ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 MAI 1933.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES RICHET.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie qu'à l'occasion des fêtes de la Pentecôte, la prochaine séance hebdomadaire aura lieu le mardi 6 juin au lieu du lundi 5.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **H. F. Osborn**, ancien Président du Muséum d'Histoire naturelle de New-York, Correspondant pour la Section de Minéralogie, et à M. **Francesco Paolo Cantelli**, professeur de l'Université de Rome, Doyen de la Faculté de Statistique, qui assistent à la séance.

M. **Léon Guillet** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de MM. André Nessi et Léon Nisolle : *Résolution pratique des problèmes de discontinuité de fonctionnement dans les installations de chauffage central*, dont il a écrit la *Préface*.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un membre de la Section de Mécanique en remplacement de M. *A. Mesnager* décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 45,

M. Louis de Broglie obtient. . . . . 43 suffrages
M. Ernest Vessiot » . . . . 2 »

M. **Louis de Broglie**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

COMMISSIONS.

Par l'unanimité des suffrages, MM. **É. Picard**, **J. Perrin**, **A. Cotton**, pour les Sciences mathématiques; MM. **F. Mesnil**, **G. Bertrand**, **Ch. Jacob**, pour les Sciences physiques, sont élus membres de la Commission qui, sous la présidence de M. le Président de l'Académie, dressera une liste de candidats à la place d'Associé étranger vacante par le décès de Sir *Ray Lankester*.

CORRESPONDANCE.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur la loi de Bernoulli à deux variables et la corrélation.* Note [1] de M. **Alfred Guldberg**, présentée par M. Émile Borel.

M. Émile Borel a défini [2] le problème général de la statistique mathématique de la manière suivante :

« Déterminer un système de tirages effectués dans des urnes de composition fixe, de telle manière que les résultats d'une série de tirages, interprétés à l'aide de coefficients fixes convenablement choisis, puissent avec une très grande vraisemblance conduire à un tableau identique au tableau des observations. »

Je me permets de faire quelques remarques sur ce problème en donnant les critères qu'une table de corrélation doit remplir pour être représentée par la loi de Bernoulli à deux variables, la loi qui comme cas spécial contient la loi de Laplace-Gauss, dite la loi de corrélation normale et la loi de Poisson à deux variables.

---

(1) Séance du 22 mai 1933.

(2) *Éléments de la théorie des probabilités*, p. 167, Paris 1910.

La loi de Bernoulli à deux variables

$$f(x, y) = \frac{k!}{x!\, y!\, (k-x-y)!} p^x q^y (1-p-q)^{k-x-y}$$

est la probabilité pour que l'événement E avec la probabilité p se présente x fois, l'événement F avec la probabilité q se présente y fois en k épreuves, l'un des événements E. F. T, non (E. F.) doit nécessairement se présenter à chaque épreuve.

La fonction $f(x, y)$ satisfait à l'équation aux différences finies :

$$f(x+1, y+1) = \frac{pq}{(1-p-q)^2} \frac{(k-x-y)(k-x-y-1)}{(x+1)(y+1)} f(x, y).$$

Les moments de $f(x, y)$ d'ordre f et g, d'ordre total $f+g$

$$m_{f|g} = \mathrm{E}\, x^f y^g = \Sigma\Sigma\, x_i^f y_i^g f(x_i, y_i)$$

se trouvent facilement ([1]) en introduisant la fonction caractéristique

$$\varphi(u, v) = \mathrm{E}\, e^{ux+vy} = \Sigma\Sigma\, f(x, y)\, e^{ux+vy},$$

d'où

$$m_{f|g} = \frac{\partial^{f+g}}{\partial u^f\, \partial v^g} [\varphi(u, v)] \qquad (u=0,\ v=0),$$

En ce cas

$$\varphi(u, v) = \sum\sum \frac{k!}{x!\, y!\, (k-x-y)!} (p e^u)^x (q e^v)^y r^{k-x-y}$$

ou

$$\varphi(x, y) = (p e^u + q e^v + r)^k \qquad (r = 1-p-q);$$

donc

$$m_{1|0} = kp, \qquad m_{0|1} = kq, \qquad m_{1|1} = k(k-1)pq, \qquad \ldots.$$

En déterminant les constantes de notre loi p, q, k par $m_{1|0}$, $m_{0|1}$ et $m_{1|1}$, cette équation aux différences finies s'écrit

$$\frac{[m_{0|1} m_{0|1} - \Delta m_{0|1} - \Delta m_{1|0}]^2}{m_{1|0} m_{0|1}} (x+1)(y+1) \frac{f(x+1, y+1)}{f(x, y)}$$
$$+ [2 m_{1|0} m_{0|1} - \Delta]\, \Delta (x+y) - \Delta^2 (x+y)^2 = m_{1|0} m_{0|1} m_{1|1}$$
$$(\Delta = m_{1|0} m_{0|1} - m_{1|1}).$$

En désignant le premier membre de l'équation aux différences finies par $\psi(x, y)$, on voit que $\alpha(x, y) \equiv \psi(x, y) / m_{1|0} m_{0|1} m_{1|1}$ est égal à 1 pour toutes les valeurs de x et y.

Les critères caractéristiques d'une série à double entrée étant représentés

---

([1]) Risser et Traynard, *Les principes de la statistique mathématique*, p. 212.

par une loi de Bernoulli à deux variables, sont donc : Une série à double entrée, soit $H(x, y | x, y)$. Nous formons pour cette série l'expression $\psi(x, y)$ et ses moments $m_{1|0}$, $m_{0|1}$, $m_{1|1}$. Les coefficients $\alpha(x, y)$, pour toutes les valeurs de x, y, étant sensiblement égaux à 1, cette série se présente approximativement comme pour la loi de Bernoulli.

Comme la loi de probabilité est déterminée par la donnée de ses moments, on obtient aussi des critères que doivent remplir les moments d'une série à double entrée pour être représentés par la loi de Bernoulli à deux variables, en éliminant les constantes p, q, k entre les moments ; les deux premières relations entre les moments sont :

$$m_{2|0}m_{0|1} - m_{1|0}m_{0|1} = m_{1|1}m_{1|0},$$
$$m_{0|2}m_{1|0} - m_{0|1}m_{1|0} = m_{1|1}m_{0|1}.$$

Le coefficient de corrélation $\rho_{1|1}$ est

$$\rho_{1|1} = \frac{m_{1|1} - m_{1|0}m_{0|1}}{\sqrt{m_{2|0} - m_{1|0}^2}\sqrt{m_{0|2} - m_{0|1}^2}}.$$

Introduisons les valeurs des moments par les constantes p, q, k, on a

$$\rho_{1|1} = -\sqrt{\frac{pq}{(1-p)(1-q)}}.$$

On obtient ainsi la même valeur de $\rho_{1|1}$ comme pour la loi de probabilité approximative ([1]) quand $k \to \infty$.

Les remarques faites s'appliquent à toute loi de probabilité à deux variables définie par une équation aux différences finies, par exemple la loi de Poisson, la loi hypergéométrique, la loi de Pascal à deux variables.

On voit facilement que l'équation aux différences finies est un moyen d'obtenir des formules récurrentes pour les moments complets et incomplets.

La modification des critères, en introduisant les semi-invariants à deux variables, est immédiate. Les semi-invariants sont définis par l'identité formelle

$$e^{\frac{1}{1}[\lambda_{1|0}u + \lambda_{0|1}v] + \frac{1}{1.2}[\lambda_{2|0}u^2 + 2\lambda_{1|1}uv + \lambda_{0|2}v^2] + \dots} = \Sigma\Sigma f(x, y) e^{xu+yv}.$$

Dans le cas de la loi de Bernoulli, on a

$$\lambda_{1|0} = kp = m_{1|0}, \qquad \lambda_{0|1} = kq = m_{0|1}, \qquad \lambda_{1|1} = m_{1|1} - m_{0|1}m_{1|0} = -kpq, \qquad \dots.$$

([1]) Voir CHARLIER, *Svenska Aktuarieföreningens Tidsskrift*, 1914, p. 34.

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *Sur quelques propriétés des variétés algébriques.* Note de M. P. Dubreil.

1. V étant une variété algébrique, désignons par $\mathfrak{a}_V$ l'idéal homogène engendré par les formes $F(x_0, x_1, \ldots, x_n)$ qui s'annulent sur V. Si V est irréductible, cet idéal est premier : nous le désignerons alors par $\mathfrak{p}_V$.

Si l'on considère deux variétés irréductibles V_1, V_2 et leur intersection W, l'idéal $(\mathfrak{p}_{V_1}, \mathfrak{p}_{V_2})$ n'est pas égal en général à l'idéal $\mathfrak{a}_W$: l'exemple classique qui permet de s'en convaincre est celui de la section d'une quartique gauche de seconde espèce par un plan. Cette circonstance a été, je crois, signalée pour la première fois par M. F. Severi (¹) qui y voit avec raison une difficulté notable s'opposant à l'application des théories algébriques modernes à la géométrie. J'espère cependant montrer dans cette Note que cette difficulté n'est pas insurmontable, mais cache toute une série de propriétés frappantes. Nous devons d'abord en préciser la nature : l'idéal $(\mathfrak{p}_{V_1}, \mathfrak{p}_{V_2})$ (multiple de l'idéal $\mathfrak{a}_W$) n'en contient en général que les formes de degré assez élevé; il en diffère alors par un composant primaire *impropre*, c'est-à-dire relatif à l'idéal $(x_0, x_1, \ldots, x_n)$. La difficulté qui vient d'être rappelée correspond à la présence de ce composant impropre et disparaît avec lui. J'ai donné dans une Note précédente (²) une condition nécessaire et suffisante pour que ce composant n'existe pas.

2. Si nous nous bornons au cas, le plus important pour les applications, d'un idéal de la forme $(\mathfrak{a}_V, F)$, où F est une forme, il faut et il suffit que $\overline{\mathfrak{a}}_V$ n'admette pas lui-même de composant impropre [$\overline{\mathfrak{a}}_V$ est l'idéal engendré par les formes $\Phi(0, x_1, \ldots, x_n)$ déduites des formes $\Phi(x_0, x_1, \ldots, x_n)$ de $\mathfrak{a}_V$, l'hyperplan $x_0 = 0$ étant choisi de manière à ne contenir aucune portion irréductible de V]. *Cette condition ne dépend que de la variété* V : nous dirons que V est une variété de *première espèce* si elle est satisfaite, de *seconde espèce* dans le cas contraire. D'autre part, pour que $(\mathfrak{a}_V, F)$ n'admette pas de composant impropre, il faut et il suffit que toute forme Φ

(¹) *Rend. Circ. Matem. Palermo*, 28, 1909, p. 38; voir aussi Ostrowski, *Abh. math. Seminar Hamburg*, 1, 1922, p. 316.

(²) *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1270. Les théorèmes énoncés se démontrent à partir des propriétés classiques de la fonction de Hilbert. On pourrait aussi les rattacher à un théorème de Lasker, *Zur Theorie der Moduln und Idealen* (*Math. Ann.*, 60, p. 56, Satz VIII).

s'annulant sur l'intersection de V et de l'hypersurface F satisfasse à l'identité

$$(1) \qquad \Phi \equiv AF + P \quad \text{où} \quad P \subset \mathfrak{a}_V,$$

ce qui exprime la validité du théorème de Nœther pour l'intersection d'une variété quelconque et d'une hypersurface. Nous voyons ainsi que *cette extension du théorème de Nœther est valable si la variété* V *est de première espèce, et seulement dans ce cas; si elle est valable pour l'intersection de* V *et d'une hypersurface particulière* F_0, *il en est de même pour l'intersection de* V *et d'une hypersurface quelconque* F (ne contenant aucune partie irréductible de V).

Dans le cas où V est une courbe gauche *irréductible* (dans l'espace ordinaire), ces résultats doivent être comparés à ceux donnés par M. Légaut dans le dernier chapitre de sa Thèse [1]. M. Légaut définit, par une série de propriétés géométriques, une catégorie de courbes qu'il appelle congrues au plan. Il montre (p. 109) que le théorème de Nœther est valable pour l'intersection d'une courbe congrue à un plan et d'une surface quelconque (condition de validité *seulement suffisante*) — d'où résulte que toute courbe congrue à un plan est de première espèce. Les courbes non congrues à un plan peuvent faire l'objet d'une étude analogue, à la condition, toujours réalisable, de remplacer le plan par une surface de degré assez élevé : M. Légaut termine cette étude en énonçant sans démonstration comme probablement exacte la proposition suivante, dans laquelle semble résider l'intérêt de la notion de courbe congrue à une surface : Si une courbe C est congrue à une surface F_x (de degré x), toute surface Φ_l passant par l'intersection de C avec F_x recoupe C suivant son intersection avec une F_{l-x} (p. 110). Or cette proposition est erronée puisqu'il en résulterait, d'après ce que nous venons de voir, que toute courbe serait de première espèce.

3. Pour faire mieux voir l'intérêt qui s'attache à la distinction des deux espèces de variétés algébriques, je signalerai encore rapidement quelques propriétés des courbes gauches de première espèce. Si l'on coupe une courbe de première espèce C par un plan Π, toute courbe algébrique du plan Π passant par le système de points section, est la section par Π d'une surface de même degré passant par C; il en résulte que si α est le degré minimum des surfaces passant par C, l'idéal $\mathfrak{p}_C$ admet une base se

---

[1] M. Légaut, *Thèses*, Paris 1925.

composant au plus de $\alpha + 1$ formes. On voit immédiatement que les intersections totales sont des courbes de première espèce; que le genre p et le degré n d'une courbe de première espèce, satisfont à l'inégalité $p > n - 4$ (d'où résulte que les seules courbes gauches unicursales de première espèce sont les cubiques gauches).

Enfin la considération des courbes de première espèce permet de simplifier dans un cas bien précis la solution du problème relatif aux intersections totales mixtes [1]. Soient $F_1 = 0$, $F_2 = 0$, $F_3 = 0$ trois surfaces ayant en commun une courbe irréductible C et un système de points distincts M_1, M_2, ... dont aucun ne se trouve sur C. *La condition nécessaire et suffisante pour que toute forme* F *s'annulant simplement sur* C *et aux points* M *satisfasse à l'identité*

$$F \equiv A_1 F_1 + A_2 F_2 + A_3 F_3$$

est que la courbe C_1 *par exemple, suivant laquelle* F_2 *et* F_3 *se recoupent en dehors de* C, *soit de première espèce*, d'où résulte que deux courbes corésiduelles sont de même espèce, propriété dont la vérification directe est à peu près immédiate.

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Étude du champ des vitesses autour d'une hélice.* Note [2] de M. **Jacques Valensi**, présentée par M. Henri Villat.

Nous nous sommes proposé d'étudier le champ des vitesses relatives par rapport à l'hélice dans ses divers régimes de fonctionnement. Cette étude comprend la détermination en tous points de la zone influencée par l'hélice de la vitesse de l'air en grandeur et direction par rapport à l'hélice considérée comme immobile. La nature périodique de l'écoulement nous permet d'effectuer l'étude à l'aide d'observations stroboscopiques et strobométriques conjuguées :

1° La direction des vitesses relatives en chaque point est déterminée par des filets de fumée que nous éclairons stroboscopiquement à l'aide de l'éclair du *stroborama* synchronisé avec l'hélice. Cet éclairage met en évidence les lignes de courant dans l'écoulement stationnaire constitué par le mouvement relatif de l'air autour de l'hélice.

---

(1) Pour la solution générale de ce problème, voir P. Dubreil, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 84.

(2) Séance du 22 mai 1933.

2° La grandeur des vitesses relatives en chaque point est déterminée à l'aide d'un tube de Pitot orienté suivant les tangentes aux lignes de courant rendues visibles par les filets de fumée, tube de Pitot dont la communication avec le manomètre n'est ouverte que pendant un instant très bref une fois par tour de l'hélice pour telle position des pales que l'on désire.

Nous effectuons nos essais dans la soufflerie (¹) réalisée à l'Institut de Mécanique des Fluides de Marseille sur des hélices de diamètre maximum $0^m,45$ pour des vitesses de rotation allant jusqu'à 45 t/s.

Un arbre coudé entraîne l'hélice; sur la branche verticale de cet arbre est calé l'un des deux pignons d'un engrenage dont l'autre entraîne un synchroniseur tournant à la vitesse de l'hélice. Ce synchroniseur règle :

1° L'éclair du *stroborama;*

2° L'ouverture de deux soupapes électromagnétiques commandant la communication Pitot-manomètre par la décharge d'un condensateur s'effectuant à la fréquence de rotation de l'hélice (²).

La rotation de l'axe du deuxième pignon autour de l'axe du premier produit le décalage des pales par rapport à l'éclair du *Stroborama* et à l'ouverture des soupapes. Le synchroniseur permet en outre de rattraper le décalage dû à la self-induction existant entre l'ouverture maxima des soupapes et l'éclair et de leur assurer une simultanéité permanente.

Nous publions ici une des photographies (³) d'un film, relative à une hélice monopale de $0^m,45$ de diamètre. Un tube de verre fixe, coudé et profilé, distribue un courant continu d'air chargé de chlorhydrate d'ammoniaque en avant du plan de rotation de l'hélice à une distance de son axe approximativement égale à son rayon. Le film a été pris en déclenchant l'éclair photographique du *Stroborama* à l'instant du passage de la pale dans 24 positions différentes distantes angulairement de 15°. On réalise ainsi une chronophotographie de l'écoulement relatif stationnaire par rapport à l'hélice. Dans la photographie ci-contre l'hélice *sinistrorsum* laisse à 45° derrière elle le distributeur de fumée.

Les noyaux tourbillonnaires obscurs sont les coupes successives du tube

---

(¹) *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 28.

(²) La charge de ce condensateur se fait évidemment par ce même synchroniseur.

(³) On pourra rapprocher cette photographie des photographies dans l'eau de M. O. Flamm (*Die Schiffschraube und ihre Wirkung auf das Wasser*, Oldenbourg, Berlin, 1909, Tableau 3 et suivants) et de celles plus récentes de Townend (*British Aeronautical Research Committee* R et M, n° 1434).

tourbillon hélicoïdal marginal qui s'échappe de la pale par le plan vertical passant par l'extrémité du distributeur et l'axe de l'hélice [1].

La distance des centres des noyaux tourbillonnaires est ainsi égale au pas du tourbillon hélicoïdal. Pour le régime photographié $V = 4$ m/s, $n = 34,5$ t/s, $V/nD = 0,26$, ce pas est égal à 15^{cm}; il est très différent du



pas de l'hélice à l'extrémité de la pale qui est égal à 31^{cm} (pas relatif constant $o = 0,7$).

On voit que la surface sur laquelle le tourbillon s'enroule n'est pas un cylindre mais qu'il y a une contraction derrière l'hélice.

Nous mettons en œuvre actuellement la méthode strobométrique [2] qui va nous permettre en particulier l'étude des phénomènes à l'intérieur des noyaux tourbillonnaires. L'étude a d'autant plus d'intérêt qu'on est en présence, dans le champ relatif, d'un tube tourbillon immobile et parfaitement stable rendu visible sur une longueur de plus de 5^{m}.

---

[1] Le jet de fumée reste en effet localisé dans ce plan, pour un débit de fumée convenable, la diffusion n'ayant lieu très approximativement que dans ce plan.

[2] M. Drzewiecki a employé pour des mesures de vitesses instantanées derrière l'hélice (*Théorie de l'Hélice*, Gauthier-Villars, Paris, 1920, p. 126) un dispositif analogue, en utilisant en place de soupapes un robinet tournant synchrone de l'hélice. Dans ces mesures le Pitot n'était pas orienté et il ne semble pas que le robinet ait été d'un bon fonctionnement.

Rappelons que M. Riabouchinsky a étudié la périodicité des vitesses derrière l'hélice en mesurant les variations de pression totale sur un petit disque (*Bull. Inst. Aérodyn. de Koutchino*, fasc. II, 1909, p. 36).

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le champ hydrodynamique autour d'une hélice à trois pales.* Note de M. **Ch. Chartier**, présentée par M. H. Villat.

Pour étudier le champ des vitesses autour d'un modèle d'hélice marine, j'ai utilisé la chronophotographie de particules d'aluminium. Ce procédé ne semble pas avoir été encore mis en œuvre à cette fin, probablement en raison de la difficulté de photographier, à travers une couche d'eau dépassant 25^{cm}, des particules animées de vitesses de 1 à 2^{m} à la seconde. Cette difficulté a été surmontée dans mes expériences en éclairant les particules d'aluminium au moyen d'un arc muni de charbons à oxyde de cérium poussé de façon à obtenir une brillance de 900 bougies par millimètre carré.

Deux méthodes ont été utilisées dans l'exploration du champ des vitesses :

1° Des photographies stéréoscopiques donnant directement le champ des vitesses dans l'espace;

2° Des photographies des projections des vitesses sur deux séries de plans (les uns tangents à l'axe, les autres situés à 5^{cm} de l'axe de l'hélice), permettant d'obtenir la vitesse en chaque point de l'espace, en composant ses deux projections.

Les premières photographies faites avec une hélice tripale placée dans un courant d'eau de vitesse uniforme, fonctionnant avec un recul de 0,28 un peu supérieur au recul normal pour cette hélice (0,20), ont permis au de constater que :

A l'aval de l'hélice, les trajectoires absolues des particules ont en gros l'allure de spirales coniques à pas très long et à pointe dirigée vers l'aval, les trajectoires les plus voisines de l'axe formant dans le prolongement de celui-ci le tourbillon arrière.

En amont de l'hélice, les trajectoires sont pratiquement parallèles à l'axe jusqu'au voisinage de l'hélice en mouvement, où elles s'inclinent pour former le début des spirales coniques; les trajectoires relatives des particules par rapport à l'hélice sont évidemment tangentes à cette dernière.

Au droit de l'hélice on aperçoit nettement trois tourbillons. Leur extrémité est placée dans le sillage des bords de chacune des pales.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Influence de la pression d'injection sur le fonctionnement des moteurs Diesel.* Note de M. **R. Retel**, présentée par M. E. Jouguet.

L'expérience montre que, pour un moteur Diesel donné, l'allure du diagramme de fonctionnement dépend essentiellement du temps mis par le combustible à s'enflammer spontanément au contact de l'air comprimé adiabatiquement dans le cylindre et de la quantité de combustible introduite dans le moteur au moment où cette inflammation se produit.

Soient q cette quantité, τ le délai d'inflammation, β l'angle correspondant à ce délai sur le diagramme, ω la vitesse du moteur, Q la masse de combustible d'une injection, T la durée de cette injection et α l'angle correspondant. Convenons enfin de représenter par le symbole K le terme constant de chacune des expressions monomes ci-après.

Nous avons entre q, τ, Q et T la relation $q = \tau Q/T$ ou encore

$$(1) \qquad q = \frac{\beta}{\alpha} Q.$$

Or les travaux de Riehm ont montré que τ varie proportionnellement au carré du diamètre des gouttes de combustible pulvérisé. Les mesures que j'ai faites montrent par ailleurs que, dans la limite des pressions d'injection admissibles, le diamètre moyen des fines goutelettes qui conditionnent l'inflammation varie très sensiblement en raison inverse de la pression d'injection H, de sorte que l'on a $\tau = KD^2 = K/H^2$, expression qui peut être mise sous la forme

$$(2) \qquad \beta = K \frac{\omega}{H^2}.$$

On sait d'autre part que, pour un orifice donné, la quantité Q est liée à la durée et à la pression d'injection par la relation

$$(3) \qquad Q = KT\sqrt{H} \quad \text{ou} \quad Q\omega = K\alpha\sqrt{H}.$$

Ceci posé, examinons les conditions que doivent remplir β et q pour que le fonctionnement du moteur, une fois réglé, reste satisfaisant à tous les régimes.

Il apparaît logique tout d'abord de chercher à ce que l'angle β reste indépendant de la charge et de la vitesse du moteur, c'est-à-dire qu'il soit constant. Cette condition assurera le même point de départ de la montée en pression pour tous les régimes du moteur si l'instant du début de l'injection est invariable.

Suivant la relation (2), β reste constant lorsque la pression d'injection varie proportionnellement à la racine carrée de la vitesse.

Il est facile de réaliser mécaniquement cette liaison. La quantité q sera égale dans ce cas à K/ω. La pression consécutive à l'inflammation aura donc tendance à diminuer quand la vitesse du moteur augmentera.

D'une manière plus générale, cherchons maintenant à ce que β diminue lorsque la charge et la vitesse du moteur augmentent, condition qui peut s'exprimer par la relation

$$\beta = \frac{K\omega}{H^2} = \frac{K}{\omega^p Q^r}, \tag{4}$$

dans laquelle p et r doivent être $\geqq 0$.

Une réalisation mécanique directe ne pouvant être envisagée *a priori*, écrivons que la relation (2) satisfait à cette condition. Nous obtenons la relation

$$Q^{p+1-r} H^{\frac{3-p}{2}} = K\alpha^{p+1}, \tag{5}$$

expression qui définit la liaison mécanique à réaliser.

Mais la réalisation matérielle d'une relation à trois variables entraîne de très sérieuses difficultés et il n'est possible d'y satisfaire pratiquement que lorsque cette expression se simplifie en se réduisant à une relation entre deux des variables α, Q et H.

Cette simplification s'obtient en exprimant que l'exposant de l'une des variables α, Q ou H est nul.

On obtient ainsi une condition nouvelle qui peut être légitimement posée, car elle n'altère pas le degré de liberté du système.

D'où les trois cas suivants :

1° $p + 1 = 0$. Dans ce cas p étant < 0, β augmenterait avec la vitesse. Cette condition étant contraire au résultat cherché n'est donc pas à retenir;

2° $p = 3$. On en déduit $\alpha = KQ^{\frac{4-r}{4}}$.

Le système est possible, mais il ne peut être pratiquement retenu car, r devant rester $\geqq 0$, l'équation (3) donne pour le cas limite $r = 0$, $\omega = K\sqrt{H}$, ce qui entraînerait pour la pression d'injection des variations d'un ordre de grandeur inadmissible;

3° $p + 1 - r = 0$. Cette condition donne

$$\alpha = KH^m = KH^{\frac{3-p}{2(p+1)}}, \qquad \text{d'où} \qquad p = \frac{3-2m}{2m+1},$$

p devant être $\geqq 0$, m doit être $\leqq 3/2$.

Mais, d'après la relation (3), m doit être aussi grand que possible afin de réduire au minimum l'amplitude des variations de la pression H lorsque Q et ω varient.

La valeur limite $m = 3/2$ donne

$$p = 0, \quad r = 1, \quad \beta = \frac{K}{Q}, \quad q = \frac{K}{(\omega Q)^{\frac{3}{2}}},$$

conditions satisfaisantes pour la marche du moteur.

L'étude précédente montre donc que le facteur essentiel dont dépend l'allure du diagramme d'un moteur Diesel est la pression d'injection.

Si cette pression d'injection est proportionnelle à la racine carrée de la vitesse, l'angle d'inflammation reste constant et la pression consécutive à l'inflammation du mélange combustible tend à décroître lorsque la vitesse augmente.

Si l'angle d'injection est proportionnel à une puissance de la pression inférieure à 3/2, l'angle d'inflammation et la montée en pression consécutive diminuent quand la charge et la vitesse du moteur augmentent.

Les observations précédentes donnent donc la possibilité d'améliorer le fonctionnement des moteurs Diesel en faisant intervenir la pression d'injection dans le réglage du système d'alimentation.

Un dispositif dans lequel l'angle d'injection dépend de la pression a été réalisé et a donné des résultats conformes à la théorie qui vient d'être exposée.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Essais de plusieurs fluides dans les moteurs à injection.* Note de M. Clerget, présentée par M. E. Jouguet.

J'ai tenté depuis longtemps d'améliorer la combustion et d'augmenter la puissance des moteurs par l'emploi simultané, avec le combustible, soit de fluides qui semblent jouer le rôle de catalyseurs d'oxydation, soit de composés endothermiques. J'ai expérimenté l'eau, seule ou contenant en solution des corps susceptibles de fournir de l'oxygène par leur décomposition; des alcools nitrés; des aldéhydes contenant de l'acétylène en solution. J'ai constaté une action certaine sur les imbrûlés habituels des moteurs à huile lourde. Cette action s'est traduite par la disparition, parfois complète, de la fumée à l'échappement, par un fonctionnement sans chocs, par la diminution de la pression maxima et par une augmentation de puissance. J'ai dû abandonner la poursuite de ces travaux en 1901 par suite de différentes

circonstances, en particulier parce que je ne disposais pas d'aciers résistant à l'oxydation et en raison des dangers que présentait, avec certains fluides, l'imperfection de l'injection (¹).

Les perfectionnements apportés depuis cette époque dans les appareils et le moteur, notamment les grandes vitesses de piston et l'emploi des métaux résistant à l'oxydation, permettent de reprendre ces essais. J'ai pu réaliser, au Service des Recherches de l'Aéronautique, un moteur à grande vitesse dont le dispositif d'injection utilise l'injection multiple. Les jets de combustible et de fluide auxiliaire se rencontrent dans la culasse pour favoriser leur action réciproque. Le taux volumétrique de compression est de 15, assurant l'allumage automatique.

J'ai pu essayer comparativement l'injection de gaz-oil seul et l'injection simultanée de gas-oil et d'éthanol à 90°.

Le résulat est le suivant :

Nombre de tours par minute.............	1900	2000	1960
Puissance effective en chevaux...........	38,6	38,9	54
Consommations : Gas-oil..................	199	108,9	132
» Éthanol...............	0	89,1	98
Consommation totale par cheval-heure....	199^g	198^g	230^g
Calories par cheval-heure................	2089	1620	1960
Rendement thermique en pour 100.......	30	39,2	32,4

Le cylindre employé est à quatre temps, avec un alésage de 140^{mm} et une course de 170^{mm}, une cylindrée de 2^l,61. Dans ces conditions, il eût développé avec l'essence 50,96 CV, soit 19,6 CV par litre.

Le premier essai, au gas-oil seul, correspond à la puissance normale d'utilisation d'un moteur à huile lourde : 38,6 CV, soit 14,8 CV par litre. L'échappement comporte la fumée due à une combustion incomplète.

Le second essai a été réglé pour développer la même puissance, mais avec une injection d'éthanol suffisante pour assurer une combustion aussi complète que possible. L'échappement est à peine visible.

Le troisième essai a été réglé pour une consommation totale en poids de 230^g. Dans ces conditions la puissance a été de 20,7 CV par litre, supérieure à celle que l'on obtient habituellement avec l'essence. L'échappement est légèrement foncé.

(¹) Le compte rendu de ces recherches a été donné dans une Conférence faite à la Société française de Navigation aérienne, le 22 février 1933, et parue dans la *Science aérienne*, 2, III, 1933, p. 190.

Il résulte de ces essais qu'il est possible, en employant le gas-oil et l'éthanol, d'obtenir, à consommation égale par cheval, une puissance supérieure à celle développée avec l'essence.

Dans les conditions indiquées, le moteur à essence aurait un rendement thermique de 25,1 pour 100. La marche au gas-oil seule donne un rendement de 30 pour 100, mais une puissance plus faible. Avec le gas-oil et l'éthanol, on obtient, si l'on marche à cette puissance relativement réduite, un rendement de 39,2 pour 100; mais on peut marcher à une puissance égale à celle de l'essence en conservant un rendement thermique de 32,4 pour 100.

On peut espérer trouver un fluide fonctionnant comme catalyseur d'oxydation mais présentant une puissance calorifique supérieure à celle de l'éthanol ou les propriétés d'un composé endothermique. L'emploi d'un tel fluide permettrait, avec le moteur à injection à taux de compression élevé, de développer une puissance supérieure à celle que donne l'essence, et cela avec une consommation inférieure.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur des vibrations secondaires des manographes.* Note [1] de M. **André Fouché**, présentée par M. Henri Villat.

Sur des diagrammes de moteur à explosion relevés avec un manographe à membrane élastique et multiplication optique par miroir [2], qui donne des tracés très fins, j'ai constaté, principalement dans la phase de détente, des oscillations de faible amplitude, correspondant à des variations de pression de quelques centaines de grammes par centimètre carré, d'allure sinusoïdale, en trains entretenus, qui comportent souvent, pour des moteurs lents, une cinquantaine d'oscillations doubles occupant plus de la moitié de la phase de détente.

Le manographe n'ayant pas de vibrations mécaniques propres sensibles, ces oscillations manifestent des variations périodiques réelles de la pression du gaz au contact de la membrane, et j'ai pu vérifier qu'elles correspondent aux vibrations propres du tuyau sonore, fermé à une extrémité, constitué par le canal de communication du manographe et du cylindre.

En relevant les périodes des oscillations successives, au cours de la

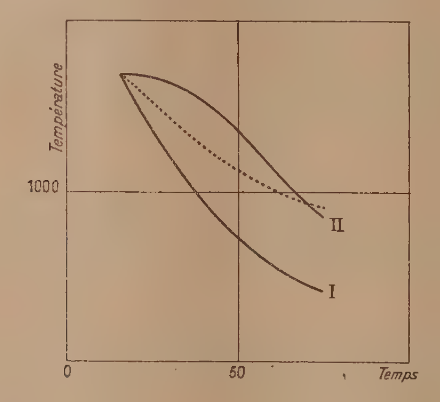
[1] Séance du 22 mai 1933.

[2] Voir *Science et Industrie*, **17**, n° 227, 1932, p. 242.

détente, on constate que la fréquence de cette vibration diminue progressivement, ce qui permet de suivre la variation de température du gaz dans le canal de communication, la température absolue du gaz étant proportionnelle au carré de la fréquence.

Sur un diamgrame, où les oscillations sont particulièrement nettes et regulières, j'ai pu faire des mesures précises qui sont représentées dans le graphique ci-dessous. Le canal de communication avait, pour cet essai, une longueur de 207^{mm} à laquelle correspond, pour l'air à 0°, un son fondamental de 401 vibrations doubles et à la température t un son fondamental $401\sqrt{1+\alpha t}$.

La courbe I du graphique représente le refroidissement du gaz contenu



dans le canal, et défini, en y supposant la température uniforme, par la décroissance de la fréquence des oscillations, les abscisses sont chiffrées en milliémes de secónde à partir du point mort haut d'explosion.

La courbe II représente un refroidissement relatif du gaz contenu dans le cylindre, un calculant ses variatioes par la loi des gaz parfaits, à l'aide des pressions enregistrées, et en prenant arbitrairement pour origine le point de départ de la courbe expérimentale I, à 15 millièmes de seconde après le point mort haut, et 2 millièmes de seconde après le maximum de pression.

Enfin comme élément de camparaison une courbe en pointillé représente le refroidissemeut relatif correspondant suivant l'évolution adiabatique.

Le refroidissement plus rapide ainsi constaté dans le canal de communication s'explique fort bien, notamment par la valeur beaucoup plus élevée du rapport surface : volume, et, en tenant compte du déphasage qui en

résulte nécessairement, on peut constater que la comparaison des pentes des courbes I et II confirme notre hypothèse.

Ces interprétations ont été aussi vérifiées en montant sur le même moteur une membrane manographique en contact immédiat avec les gaz du cylindre, sans aucun étranglement : aucune oscillation n'a plus été enregistrée.

Ces études manifestent la sensibilité et la précision du manographe à membrane élastique et à levier optique. On peut réaliser ainsi des appareils fort simples et fort peu coûteux, très supérieurs comme exactitude aux appareils actuels, que les constructeurs répugnent à utiliser à cause de leur complexité et de leur prix très élevé, et dont les indications sont gravement faussées par l'inertie et surtout la tuyauterie de communication qu'exigent tous ceux dont l'organe sensible ne peut pas être appliqué directement sur le cylindre.

L'appareillage est particulièrement simple si l'on se contente d'enregistrer photographiquement, au moyen d'un spot donné par le miroir sur la fente d'un cylindre enregistreur, le diagramme pression-temps sur lequel on précise le point d'allumage et le point mort haut de façon suffisante, par des singularités de la courbe.

ASTRONOMIE. — *Sur les déplacements apparents de l'étoile polaire.* Note de M. **Jean Xanthakis**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Les observations méridiennes de l'étoile polaire (α *Ursæ Minoris*) montrent qu'il existe une différence systématique entre les azimuts de la ligne des mires déduits des passages inférieur et supérieur de cet astre.

M. E. Esclangon ([1]) dans une étude approfondie sur cette question conclut que cette différence provient d'une erreur systématique dans l'ascension droite admise pour l'étoile. Cette erreur peut résulter soit d'un déplacement propre de l'astre, soit d'une connaissance imparfaite des constantes de la précession et de la nutation (la nutation notamment).

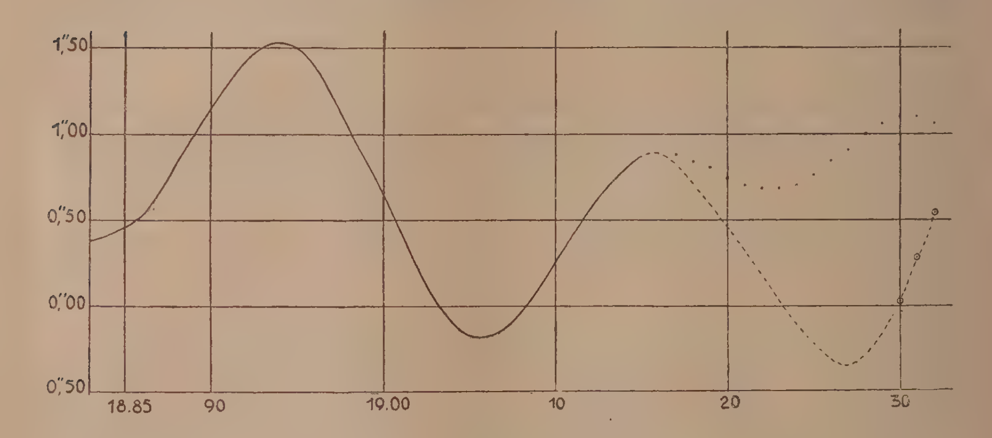
Dès l'année 1930, nous avons commencé au cercle méridien de l'Observatoire de Strasbourg (avec MM. Rougier, Lallemand, Tremblot, Huss, Grouitch et Muller) des observations systématiques de l'étoile polaire, prolongeant, avec une lacune de 1915 à 1930, des séries existantes dans la

([1]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 857.

période de 1883 à 1915. Pour éliminer les variations diurnes et saisonnières dans les moyennes des différences $A_i - A_s$, nous avons tâché d'obtenir une répartition homogène des couples observés durant chaque année, et nous avons réussi d'une façon satisfaisante pour les années 1931 et 1932. Les valeurs moyennes de $A_i - A_s$ tirées de toutes les observations de chaque année sont les suivantes [1] :

		Nombre de couples.
1930	+0",011	34
1931	+0,277	80
1932	+0,543	88

Ces valeurs sont représentées dans la figure ci-dessous par des points



entourés de petits cercles. La courbe en trait plein représente la différence $A_i - A_s$ de 1883 à 1915 (intervalle des observations sur lesquelles M. Esclangon s'est basé). La courbe en pointillé représente le prolongement de la courbe précédente calculé par la formule de M. Esclangon.

On remarque que les valeurs observées de $A_i - A_s$ au cours des années 1930, 1931 et 1932 ne s'accordent pas avec les valeurs calculées. L'allure de la courbe dans l'intervalle intermédiaire [2] (1915-1930) est probablement (d'après les observations récentes) celle que représente la courbe en

---

[1] L'effet du déplacement du méridien terrestre lié à la variation des latitudes n'est pas éliminé dans les moyennes ci-dessus de $A_i - A_s$.

[2] On ne dispose pas d'observations entre 1915 et 1930 à l'Observatoire de Strasbourg.

ligne discontinue. De sorte que toute la différence $A_i - A_s$ se présente comme une sinusoïde ayant un axe incliné et une période de 21,5 ans environ. Étant donné que les observations spectroscopiques (¹) donnent une période de 29,6 ans pour le mouvement orbital, il en résulte que le déplacement propre de l'étoile ne peut pas expliquer, à lui seul, la marche de la différence $A_i - A_s$. Il faut donc chercher ailleurs une autre cause. Le déplacement du méridien terrestre lié à la variation des latitudes est une source d'erreurs systématiques non négligeables dans l'ascension droite de l'étoile polaire. Mais cette cause est insuffisante pour expliquer la différence entre les deux périodes précédemment signalées. Par conséquent, il doit exister en plus une autre cause qu'on ne peut pas mettre en évidence avec le nombre, encore insuffisant, des observations faites jusqu'à présent.

PHYSIQUE. — *Sur l'écoulement des gaz aux températures élevées au travers des matières à structure très serrée*. Note de M. **Pierre Bremond**, présentée par M. G. Urbain.

Lorsqu'on fait passer à froid un gaz au travers d'une paroi à texture fine, comme du dégourdi de porcelaine, on constate que le débit est proportionnel à la différence de pression existant entre les deux faces de la paroi et qu'il est inversement proportionnel à la racine carrée de la densité absolue du gaz qui s'écoule. C'est la loi de Graham, vérifiée par de nombreux auteurs et encore par nous-même.

Il en résulte que les débits de deux gaz sont entre eux comme le rapport des inverses des racines carrés de leurs densités.

Nous avons recherché ce que devient la loi de Graham aux températures élevées.

Le débit à froid, par unité de surface, d'épaisseur et de pression est proportionnel, d'après Graham, à $1/\sqrt{D_T}$, D_T étant la densité absolue à T° absolus. Or : $D_T = D_0 T_0 / T$; le débit à T° devrait donc être proportionnel à $\sqrt{T}$ et, connaissant le débit à T_0, on devrait aisément pouvoir calculer le débit à T°. Autrement dit, on devrait avoir, en appelant Q_T le débit à T°, Q_0 le débit à T_0 et A une constante d'expérience,

$$Q_T = A Q_0 \sqrt{T}.$$

(¹) J. H. Moore, *Publications of the Astr. Soc. of the Pacific*, **41**, 1929, p. 254.

C'est ce que l'expérience ne vérifie pas. La valeur de Q ne varie pas régulièrement comme $\sqrt{T}$, mais présente un minimum qui varie avec la nature du gaz et celle de la matière traversée.

En utilisant le même dispositif expérimental qui nous a servi à mesurer les débits gazeux pour la vérification des lois de Poiseuille-Sutherland, nous avons obtenu les résultats suivants, relevés sur les courbes expérimentales :

Débit des divers gaz (mesurés à t°) au travers de la même paroi et pour la pression unité.

t°.	Air.	CO^2.	H^2.	SO^2 (1).	Gaz d'éclairage (2).
17°	20,8	16,65	78,75	13,65	42,25
100°	20,1	16,1	76,60	19,75	37,0
200°	18,9	15,0	67,75	18,25	35,2
300°	19,35	15,3	59,25	21,60	36,6
400°	21,2	17,1	61,80	23,90	38,8
500°	22,6	18,85	67,50	»	39,9
600°	23,6	19,9	»	»	»
700°	24,5	20,75	»	»	»
Minima	18,5	14,9	57,9	18,1	34,75
Temp. des minima	250°	240°	340°	190°	250°

(1) SO^2 présente un *maximum* égal 21,5 à 145°; débit à 0° : 11,82.

(2) Densité absolue : 0,313 (calculée d'après le débit à 17°).

Si maintenant on examine les rapports des débits, ceux-ci devraient être indépendants de la température puisque

$$\frac{Q'_T}{Q_T}=\sqrt{\frac{D_T}{D'_T}}=\frac{D_0}{D'_0}\,\frac{T_0}{T}\,\frac{T}{T_0}=\frac{D_0}{D'_0}.$$

C'est ce que l'expérience ne vérifie pas, et la discordance est due à la présence des minima que nous avons observés. Les discordances sont d'autant plus marquées que les positions des minima des différents gaz sont situées à des températures différentes. En opérant avec l'anhydride sulfureux, depuis 0° jusqu'a 400°, on observe *un maximum* et *un minimum* de débit, l'ensemble de la courbe donnant une allure analogue à une courbe de Van der Waals.

Débits	$\frac{CO^2}{Air}$.	$\frac{H^2}{Air}$.	$\frac{SO^2}{Air}$ (¹).	$\frac{\text{Gaz d'éclairage}}{Air}$.
Théorie	0,81.	3,79.	0,67.	–
17°	0,80	3,79	0,65	2,03
100°	0,80	3,82	0,98	1,84
145°	–		1,10	–
190°	–		0,95	
200°	0,79	3,55	0,96	1,86
300°	0,79	3,07	1,11	1,89
400°	0,80	2,92	1,13	1,83
500°	0,83	2,98	–	1,77
600°	0,84	–	–	–
700°	0,84	–	–	–

(¹) 145° = maximum de débit; 190° = minimum de débit.

Ces phénomènes paraissent dus à une adsorption gazeuse, variable avec la température, qui modifie les dimensions des pores capillaires et fait varier les débits.

ÉLECTRICITÉ. — *L'émission de lumière par un mélange de gaz et de vapeurs dans la colonne positive d'une décharge luminescente.* Note de MM. **W. Uyterhoeven**, **J. Bruynes** et **C. Verburg**, présentée par M. M. Brillouin.

Une des méthodes pour produire, au moyen d'une décharge électrique dans un mélange de gaz, une lumière renfermant les raies caractéristiques des différents constituants, consiste dans l'emploi d'un tube composé de tronçons de diamètres différents. Dans un mélange de néon et de mercure, les parties étroites présenteront une couleur rouge due au spectre du néon, les parties élargies une teinte bleue verte produite par le mercure. Ici la couleur de la lumière fournie par l'ensemble, obtenue, par exemple, en entourant le tube d'un globe diffusant, est due à la superposition des deux spectres produits dans des parties différentes du tube (¹).

Il est toutefois possible de produire dans un mélange de gaz une lumière contenant les radiations caractéristiques des différents constituants, produites au même endroit, par l'emploi en courant alternatif de fréquence normale (50 périodes) d'une colonne positive contenant un gaz rare, du mercure et du sodium.

(¹) Brevets français : 605168 (Claude), 608935 (Philips-Zecher).

Le tube employé était d'un modèle courant, en usage dans notre laboratoire pour le développement des lampes à vapeur de sodium, pourvu à chaque extrémité d'une cathode et d'une anode (diamètre 24^{mm}; distance entre filaments 400^{mm}) replié sur lui-même et placé dans une enveloppe à double paroi dans laquelle on a fait le vide. A l'amorçage, la couleur correspond à la lumière émise par le gaz rare employé; à mesure que la lampe s'échauffe, la couleur vire vers celle du mercure luminescent, puis le sodium apparaît, et finalement la lampe présente une couleur plus ou moins blanche. L'examen spectroscopique montre que la lumière émise par la lampe renferme les raies caractéristiques du sodium, entre autres : D_1 λ5896 ($1s - 2p_2$) et D_2 λ5890 ($1s - 2p_1$) le doublet des raies de résonance, ainsi que plusieurs antres doublets d'intensité moindre, correspondant à des transitions de niveaux plus élevés comme λ6161 ($2p_1 - 3s$) et λ6154 ($2p_2 - 3s$), λ5688 ($2p_1 - 4d$) et λ5683 ($2p_2 - 4d$) et encore d'autres. En plus, la lumière contient plusieurs des raies caractéristiques du mercure, par exemple, le triplet bien connu λ5461 ($2p_1 - 2s$), λ4358 ($2p_2 - 2s$) et λ4057 ($2p_3 - 2s$).

On peut se demander pourquoi la présence de vapeur de sodium ayant un potentiel de résonance 2,1 V et d'ionisation 5,12 V n'empêche pas l'apparition des raies de mercure pour lequel ces potentiels sont respectivement 4,86 et 10,38 V. L'examen stroboscopique fournit une explication de ce phénomène intéressant.

Dans chaque phase la couleur, qui immédiatement après le réamorçage (donc après le passage par zéro du courant) est jaune, devient bleue lorsque la densité du courant croît, pour redevenir jaune vers la fin de la phase, lorsque le courant diminue avant son passage par zéro et son changement de direction. Ces variations de couleur sont si rapides que l'œil ne les discerne pas et qu'on obtient une impression d'ensemble dépendant de l'intensité relative des composantes; dans le cas considéré : jaune du sodium et bleu vert du mercure. En combinant l'examen spectroscopique avec le stroboscope, on voit que les raies jaunes du sodium persistent pendant toute la durée d'une phase, mais que celles du mercure n'apparaissent que lorsque la densité de courant augmente, pour disparaître de nouveau lorsque celle-ci tombe en dessous d'une certaine valeur qui dépend des conditions expérimentales. Ainsi dans un cas particulier étudié, les raies du mercure apparaissaient après un temps égal à 44 pour 100 de la durée d'une phase, pour disparaître au bout de 82 pour 100 de cette durée. La lampe émet donc une lumière jaune pendant 62 pour 100 d'une phase et une lumière bleu vert pendant 38 pour 100. En choisissant les conditions

convenablement on peut même faire apparaître en plus des raies du sodium et du mercure celles du néon, réalisant ainsi une combinaison du jaune, bleu vert et du rouge se rapprochant sensiblement de la lumière blanche.

Il va de soi que la méthode, qu'on peut caractériser en disant que les couleurs composantes sont séparées dans le temps au lieu de l'être dans l'espace (comme il a été dit plus haut pour un tube à diamètre variable), n'est pas limitée à l'exemple considéré : mélange de sodium et de mercure. Un choix judicieux des constituants permet la réalisation de toutes sortes de combinaisons. Nous nous proposons de revenir en détail sur ces expériences dans un autre Recueil.

PHYSIQUE ATOMIQUE. — *Nouvelles remarques sur le rayon atomique du carbone dans le diamant.* Note de M. V. **Posejpal**, présentée par M. A. Cotton.

J'ai calculé ici récemment (196, 1933, p. 337) ce rayon R au moyen des formules déduites de l'application de la règle suivante : les photons ne pénètrent dans l'intérieur des atomes qu'aux niveaux d'énergie eV égale à leur quantum $h\nu$, niveaux où ils éprouvent, en l'absence des électrons, une diffusion cohérente.

Les mesures de la réfraction normale du diamant faites par M. Walter, appliquées aux raies D, F, G, m'ont donné pour 2R, exprimé toujours en 10^{-8} cm, les trois valeurs 1,44, 1,50, 1,54, et la formule de dispersion de M. Martens m'a donné, pour les mêmes raies, les valeurs 1,44, 1,48, 1,58. J'ai complété maintenant mon calcul pour les raies B ($\lambda = 0,68679\mu$), $n_B = 2,40735$ et C(0,656283), 2,41000, et je trouve pour 2R dans le premier cas les valeurs 1,49, 1,49 et dans le second cas les valeurs 1,50 et 1,47.

Ces nouveaux nombres montrent nettement que nos calculs donnent dans tout le domaine du spectre visible des valeurs très concordantes entre elles, dont la moyenne 1,49 se rapproche bien du nombre 1,54 tiré des mesures spectrométriques de MM. W. H. et W. L. Bragg pour le diamant et de celui, 1,50, donné par MM. Debye et Scherrer pour le graphite.

L'importance de cet accord impose qu'il soit examiné en toute rigueur. Or nous remarquons que tous nos nombres, excepté ceux qui correspondent à la raie G, sont légèrement inférieurs aux nombre spectrométriques. Mais c'est précisément le contraire qu'on doit attendre. En effet, R signifie,

dans notre formule (7),

$$(7) \qquad 1-\frac{\delta}{d+\delta}=\frac{4}{3}\,\frac{N^3\pi(R^3-a^3)}{1-N^2\pi a^2},$$

le rayon de la sphère imaginaire représentant le volume moyen d'éther polarisé à l'intérieur d'un atome quelconque et entraîné par lui, tandis que les valeurs spectrométriques des auteurs ci-dessus représentent la distance minima entre les centres de deux atomes voisins. Le volume de l'éther en question sphérique. dans le cas des atomes libres, sera dans le cas des atomes serrés les uns contre les autres diminué et déformé aux points de contact et cela d'autant plus que les atomes sont plus proches. Notre rayon R sera par conséquent un peu plus grand que la distance minima entre les centres des atomes voisins. D'autre part, il sera inférieur au rayon de la sphère du volume correspondant dans le diamant à un seul atome et égal à $(11,92\,m_H):\rho$. Ce même volume est représenté dans le réseau cristallin du diamant par son cube élémentaire. En posant pour la densité ρ du diamant 3,514 et $1,663.10^{-24}$ g pour m_H, nous obtenons pour le rayon de la sphère en question $1,104.10^{-8}$ cm et pour l'arête du cube élémentaire $1,78.10^{-8}$ cm. Or il est clair que notre rayon doit être nécessairement inférieur non seulement au rayon 1,104, mais même au rayon de la sphère inscrite au cube élémentaire, c'est-à-dire inférieur à 0,89. Nous arrivons ainsi à la condition :

$$0,77.10^{-8}\,\text{cm} < R < 0,89.10^{-8}\,\text{cm}.$$

Or il est intéressant de constater que les résultats de notre calcul satisfont particulièrement à cette condition si nous débarrassons la formule (7) d'une légère imprécision que M. Bydžovsky m'a fait remarquer. En la développant j'avais posé pour le volume parcouru librement dans l'atome par un faisceau des rayons parallèles tout le volume perméable aux photons en question, ne tenant pas compte du fait qu'une petite partie de ce volume devient infranchissable au faisceau. Ceci fait, la différence R^3-a^3 se remplace dans la formule (7) par l'expression $(R^2-a^2)^{3/2}$, et les deux séries des valeurs de R sont maintenant les suivantes :

B.	C.	D.	F.	G.
0,819	0,826	0,806	0,834	0,844
0,826	0,817	0,805	0,824	0,861

Toutes ces valeurs satisfont parfaitement à la condition ci-dessus et s'accordent de nouveau très bien les unes avec les autres. La divergence un peu plus grande des valeurs correspondant à la raie $G(\lambda=0^{\mu},4307714)$ est

sans doute causée par la proximité du domaine d'absorption dans l'ultraviolet, qui commence, d'après M. Martens, à $0^{\mu},3$, tandis que le diamant mesuré par M. Walter avait une légère bande d'absorption déjà sensible à $0^{\mu},4155$.

Ce travail approfondit de nouveau le contrôle de la règle sur le passage des rayons photoniques dans les atomes mentionnée au début et montre de plus l'utilité de la notion du volume atomique considéré comme le volume d'éther polarisé et entraîné par l'atome.

OPTIQUE. — *Sur les variations thermiques des biréfringences électromagnétiques anormales.* Note [1] de M. **René Lucas**, présentée par M. A. Cotton.

Dans une Communication précédente [2] nous avons montré l'existence de variations anormales de biréfringences électriques en fonction de la température. Dans le cas particulier du phénylsuccinate d'éthyle, la loi de variation est en opposition avec les résultats des diverses théories (P. Langevin, Born-Debye, de Mallemann).

Je vais montrer dans cette Note que l'hypothèse du polymorphisme moléculaire permet de rendre compte des écarts entre les lois déduites des diverses théories et ce que donne l'expérience, de la même manière que l'on peut rendre compte de l'action de la température dans le cas des anomalies de pouvoirs rotatoires [3].

Supposons, pour simplifier, un cas de dimorphisme; soient W_1 et W_2 les énergies internes des molécules d'espèces 1 et 2, en état d'équilibre à la température T. Si l'on admet que dans l'équilibre n'interviennent pas d'énergies mutuelles différentes entre les molécules 1 et 2, celles-ci seront respectivement en nombre n_1 et n_2

$$n_1 = n_0 e^{-\frac{W_1}{KT}}, \qquad n_2 = n_0 e^{-\frac{W_2}{KT}}$$

avec

$$n_0 = \frac{N}{e^{-\frac{W_1}{KT}} + e^{-\frac{W_2}{KT}}} \qquad \text{(d'après Boltzmann).}$$

---

(1) Séance du 22 mai 1933.

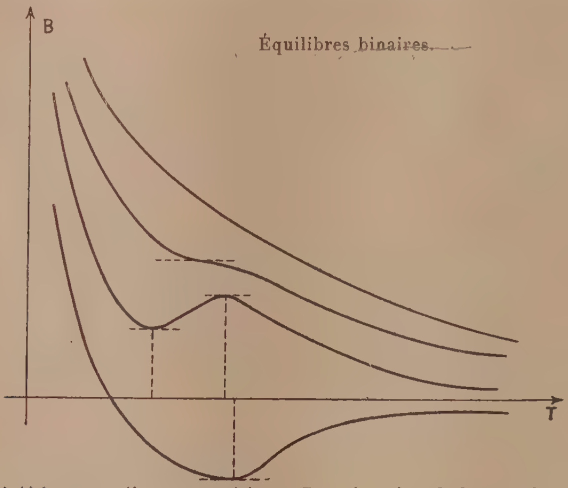
(2) R. Lucas et M. Schwob, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 765.

(3) R. Lucas, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 857.

Supposons, pour simplifier, que les biréfringences des molécules 1 et 2 suivent (séparément) la loi de Langevin, le mélange présentera (dans le cas le plus simple d'une additivité des actions optiques) une biréfringence

$$B = \frac{b_1}{T} n_0 e^{-\frac{W_1}{KT}} + \frac{b_2}{T} n_0 e^{-\frac{W_2}{KT}},$$

b_1 et b_2 désignant des coefficients proportionnels aux constantes de Kerr



Courbes des biréfringences électromagnétiques B en fonction de la température absolue T.

ou de Cotton et Mouton des molécules 1 et 2 : comme nous l'avons montré ces coefficients peuvent être de signes opposés.

L'expression de B peut s'écrire

$$B = N \frac{b_1 e^{-\frac{\delta W}{KT}} + b_2}{T\left(1 + e^{-\frac{\delta W}{KT}}\right)} \qquad (\text{en posant } W_1 - W_2 = \delta W).$$

Il est possible de suivre, en fonction de T, les variations de B dans les différents cas qui peuvent se présenter suivant les valeurs relatives de b_1, b_2 et $\delta W/KT$.

La conclusion de cette étude est la suivante :

Si les deux formes moléculaires 1 et 2 ont des biréfringences de *même signe*, B peut décroître régulièrement lorsque T augmente, ou bien la courbe peut présenter soit un point d'inflexion, soit un minimum et un maximum.

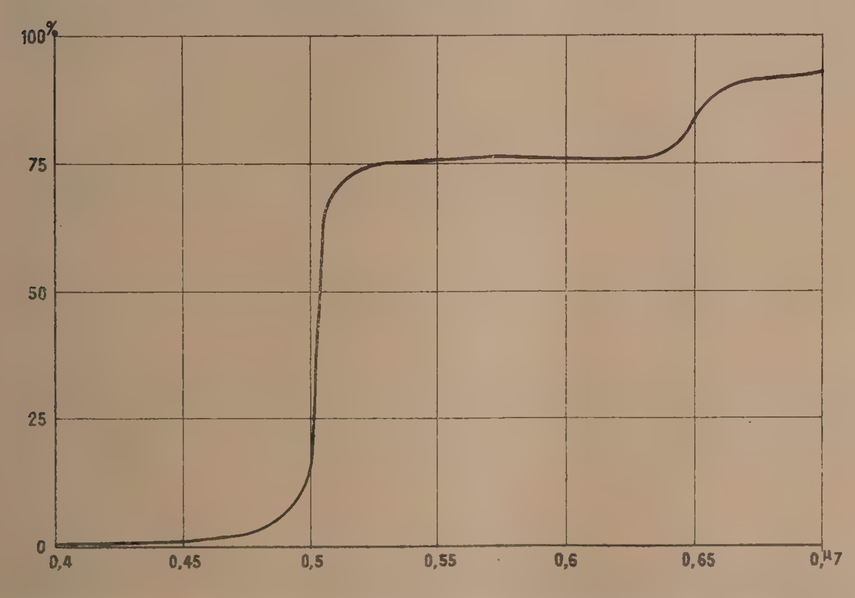
Si les deux formes sont de *signes contraires*, la courbe B(T) peut décroître régulièrement lorsque T augmente ou bien passer à la valeur zéro avec un passage par un minimum. Les divers aspects possibles sont représentés par les courbes ci-contre.

On voit donc la possibilité d'expliquer simplement les anomalies telles que celles du phénylsuccinate d'éthyle dans l'hypothèse du polymorphisme moléculaire.

OPTIQUE. — *Sur l'emploi de verres propres à réduire l'éblouissement produit par les projecteurs d'automobiles*. Note de MM. **Alfred Monnier** et **Marcel Mouton**, présentée par M. C. Matignon.

En 1906 MM. Motais et Tscherning ont signalé que les lumières non monochromatiques, totalement dépourvues de radiations bleues et violettes, produisent une sensation de meilleur éclairage et une sensation de moindre fatigue.

En vue d'obtenir de telles lumières, au moyen de lampes électriques à



incandescence, nous avons réalisé un verre jaune sélectif à base de cadmium qui, sous la faible épaisseur imposée par les conditions de fabrication des ampoules, présente la courbe de transmission spectrale tracée sur la figure ci-dessus.

L'examen de cette courbe montre que la valeur du facteur de transmission de ce verre, très faible pour les radiations de longueur d'onde inférieure à $0^{\mu},490$, s'accroît ensuite très rapidement à mesure que la longueur d'onde des radiations se rapproche de $0^{\mu},510$, puis reste sensiblement constant pour les radiations de longueur d'onde supérieure à $0^{\mu},510$.

Une lampe électrique comportant une ampoule faite avec ce verre émet, lorsque la température du filament est de 2700 degrés absolus, une lumière jaune dont la radiation dominante est de $0^{\mu},578$.

Nous avons comparé, au point de vue de l'éblouissement et de la visibilité, les faisceaux de projecteurs d'automobiles produits par des lampes à ampoule jaune et par des lampes de même intensité lumineuse, à ampoule incolore.

Nous avons ainsi constaté :

1° Une augmentation de l'acuité visuelle de l'ordre de 10 pour 100.

2° Une augmentation de la visibilité, due à une moindre diffusion de la lumière jaune, aussi bien par temps clair que par temps brumeux.

Cette augmentation de la visibilité a été évaluée en notant les distances auxquelles un observateur réussissait à percevoir un sujet noir sur fond noir; dans une expérience faite par temps clair nous avons trouvé les résultats suivants :

En lumière blanche	130^{m}
En lumière jaune	160^{m}

3° Une diminution du temps de réadaptation de l'œil à la vision normale après un éblouissement prolongé.

L'expérience réalisée nous a permis de noter les temps suivants :

En lumière blanche	40 secondes
En lumière jaune	4 »

En résumé, l'application, aux projecteurs d'automobiles, de la lumière jaune totalement dépourvue de radiations bleues et violettes, provoque une réduction très sensible de l'éblouissement et une augmentation très nette de la visibilité.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la teneur en hydrogène et la dureté du chrome électrolytique.* Note de MM. **Guichard**, **Clausmann**, **Billon** et **Lanthony**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons antérieurement étudié divers métaux électrolytiques, dans le but de rechercher s'il y avait une relation entre l'hydrogène qu'ils con-

tiennent et la dureté qu'ils présentent et nous avons conclu, pour le fer, le nickel, le cobalt, à l'indépendance de la teneur en hydrogène et de la dureté.

Afin d'étendre ces observations, nous avons étudié le chrome électrolytique dont la dureté dépasse souvent 500 unités Brinell. M. Ducru a bien voulu nous confier des échantillons de chrome électrolytique préparés par lui-même, dans les conditions suivantes : ils résultent de l'électrolyse d'une solution contenant par litre 240^g d'acide chromique et $6^g,2$ de sulfate de chrome violet, avec une anode de plomb et une cathode de cuivre disposée soit verticalement, soit horizontalement, au fond de l'électrolyseur. La cathode était en partie noyée dans la paraffine, de façon à ne présenter qu'une seule face libre pour le dépôt de chrome. Le courant fournissait 26 ampères par décimètre carré de cathode, avec un voltage aux bornes de 4,8 volts. L'électrolyse était assez prolongée pour déposer des lames ou des disques très compacts, pesant environ 20^g et qui titrent 99,5 p. 100 de chrome.

Nous avons pratiqué l'extraction fractionnée de l'hydrogène dans le vide sec, selon la méthode que nous avons déjà décrite et constaté les variations de dureté du métal à l'aide d'une machine Vickers à bille de 1^{mm} agissant sous 10^{kg} de pression pendant 30 secondes; les nombres de dureté retenus résultent de la moyenne de 4 à 6 empreintes pour chaque point.

L'hydrogène dégagé du chrome électrolytique est très pur; s'il contient parfois des traces de gaz carbonés, il peut aussi en être totalement dépourvu.

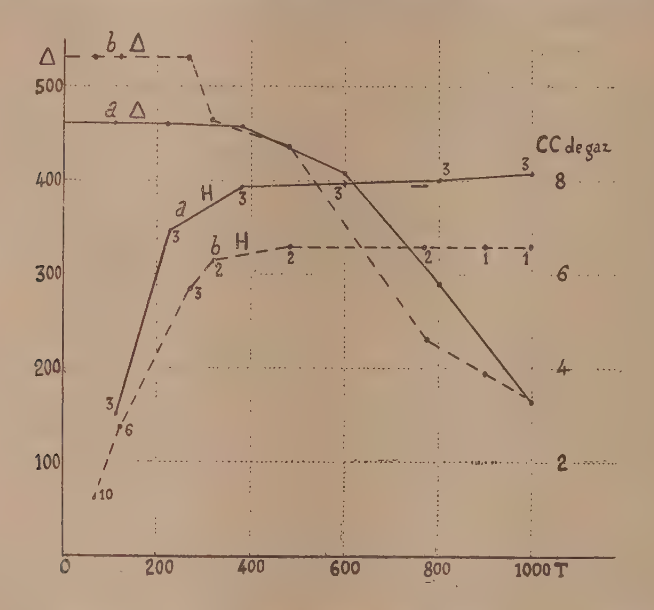
L'extraction totale de l'hydrogène du chrome électrolytique est particulièrement lente et il faut, pour approcher de la limite d'extraction correspondant à chaque température, prolonger le chauffage pendant un nombre de jours plus ou moins grand.

Nous donnons ici les diagrammes de recuit fractionné de deux échantillons provenant de deux préparations différentes, indiquant en chaque point la durée de chauffage en jours. Les volumes de gaz correspondent à 1^g de chrome.

Le dégagement d'hydrogène se montre très important à basse température et se ralentit considérablement ensuite; il est terminé ou presque vers 500°. La dureté ne décroît rapidement qu'au-dessus de 380° pour l'échantillon *a*; à cette température, 96 pour 100 de l'hydrogène total sont éliminés. La baisse de dureté a commencé un peu avant 300° pour l'échantillon *b*, mais à 320°, on avait encore la valeur $\Delta = 463$ égale à la dureté

initiale de l'échantillon a; 95 pour 100 de l'hydrogène étant alors éliminés. Au-dessus de 485°, cet échantillon ne donne plus d'hydrogène et sa dureté encore très élevée s'abaisse, par chauffage à des températures croissantes, jusqu'à $\Delta = 168$. L'échantillon b, le plus dur, est d'ailleurs celui qui contient le moins d'hydrogène total.

Les résultats que nous donne ainsi le chrome ne se présentent pas tout à



fait avec la simplicité que nous avons rencontrée dans l'étude du fer, puisque ce dernier métal peut abandonner l'hydrogène jusqu'à la dernière trace avant que la dureté commence à baisser. L'extrême lenteur avec laquelle ce gaz se dégage du chrome nous a obligés, malgré des temps de chauffe très prolongés, à opérer, pour les dernières traces, à des températures suffisamment élevées pour amorcer un adoucissement du métal. On ne peut admettre que, sur la totalité de l'hydrogène contenu dans le chrome électrolytique, une très petite portion, quelques cent millièmes du métal, en poids, ait seule une influence sur la dureté (échantillon a); pour l'échantillon b, le rôle de l'hydrogène est évidemment nul au cours de l'abaissement de dureté de $\Delta = 435$ à $\Delta = 168$.

En conclusion, nous admettons que l'explication qui s'impose sans réserves pour le fer est valable aussi pour le chrome, c'est-à-dire que l'hydrogène n'est pas responsable de la dureté remarquable des métaux

électrolytiques, cette dureté trouvant une explication plus normale dans la structure de ces métaux qui ont été déjà comparés à des métaux fortement écrouis.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le rayonnement α du radiothorium et de ses dérivés.* Note de M. S. **Rosenblum** et Mlle C. **Chamié**, présentée par M. A. Cotton.

Nous avons signalé (¹) que le rayonnement α du radiothorium était complexe. Nous avons indiqué l'existence de deux groupes qui appartenaient certainement au radiothorium, tandis que la provenance d'un troisième groupe α_x restait indécise. La vitesse de α_x étant sensiblement égale à celle rélative au polonium, nous avons traité la solution contenant le RdTh par H^2S en présence de Pb pour éliminer le polonium qui pourrait se trouver comme dérivé du Ra accompagnant le mésothorium I qui nous a servi comme matière première. En ce qui concerne la préparation de la source, nous avons opéré comme nous l'avons dit précédemment. Nos nouvelles expériences montrent que la raie α_x appartient probablement au polonium. Pour le radiothorium, nous confirmons donc seulement l'existence de deux composantes, la plus rapide étant environ cinq fois plus intense que la composante lente (estimation visuelle). Comme moyenne de plusieurs mesures, nous trouvons 86 ekV pour la différence énergétique, valeur un peu plus élevée que celle signalée précédemment.

Pour nous assurer que la vitesse correspondant à α_x coïncidait à la vitesse des rayons α du polonium, nous avons pris un cliché où les rayons α du polonium étaient simultanément photographiés avec ceux du radiothorium. Ceci nous a permis, d'autre part, de redéterminer avec précision les vitesses des rayons α du RdTh et de ses dérivés. Dans le tableau ci-après, nous donnons les nombres que nous trouvons et nous les comparons à ceux obtenus récemment par G. H. Briggs (²). Nous donnons également les nombres que l'on peut calculer d'après les parcours en appliquant une correction à la loi de Geiger d'après Lord Rutherford, Wynn Williams, Lewis et Bowden (³). On voit que l'accord est très bon. Dans la Note

(¹) *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1154.
(²) G. H. Briggs, *Proc. Roy. Soc.*, A, 139, 1933, p. 638.
(³) *Proc. Roy. Soc.*, A, 139, 1933, p. 617.

précédente, les valeurs données par nous ont été calculées par rapport au thorium C, et l'on avait admis une valeur trop basse de 1/600 environ pour la vitesse des rayons α du Th C; les valeurs données précédemmeut sont donc systématiquement trop basses. Pour effectuer les calculs nous avons admis cette fois-ci $V_{\alpha} Po = 1,596_7 \times 10^9$ et V_{α_0} Th C $\doteq 1,705_8 \times 10^9$ cm/sec [1].

TABLEAU.

	Vitesses 10^{-9} cm/sec.			Énergie en ekV			
	Briggs.	Lord Rutherford et collab.	Rosenblum et Chamié.	admise.	non corrigée.	corrigée du recul.	ΔE structure fine.
Radiothorium α_0.	–	–	$1,615_0$	$1,615_0$	5420	5517	86
» α_1.	–	–	1,602	1,602	5335	5431	
Thoron........	$1,738_7$	$(1,737_7)$	$1,738_6$	$1,738_6$	6284	6400	
Thorium X......	$1,653_7$	–	$1,653_4$	$1,653_5$	5682	5785	–
Thorium A......	$1,805_4$	$(1,804_2)$	$1,805_1$	$1,805_2$	6775	6902	

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Diffusion nucléaire des rayons gamma*. Note [2] de MM. **E. Stahel** et **H. Ketelaar**, présentée par M. Pierre Weiss.

Les recherches de Meitner et Hupfeld [3], de Gray et Tarrant [4], et d'autres auteurs, ont montré que les atomes lourds absorbaient les rayons gamma avec un coefficient plus élevé que celui qui correspond à la diffusion électronique (Klein et Nishina), et que la différence pouvait être attribuée à une interaction directe entre les rayons incidents et les noyaux atomiques. Le mécanisme de cette interaction n'est pas encore déterminé. D'après Meitner et Hupfeld il y aurait diffusion du rayonnement incident sans changement de longueur d'onde, à la façon de la diffusion de la lumière par effet Raileigh ; d'après Gray et Tarrant, le rayonnement incident agirait à la façon d'un rayonnement d'excitation sous l'influence duquel les noyaux atomiques émettraient isotropiquement un rayonnement propre, qui varierait seulement en quantité avec l'élément considéré.

Nous avons repris les recherches en utilisant une source de $1^g,6$ de

---

(1) Rosenblum et Dupouy, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1919.

(2) Séance du 22 mai 1933.

(3) L. Meitner et H. H. Hupfeld, *Z. für Phys.*, 75, 1932, p. 705.

(4) C. H. Gray et G. T. P. Tarrant, *Proc. R. Soc.*, A, 136, 1932, p. 662.

radium. Le rayonnement gamma tombe sur des écrans divers et nous observons le rayonnement diffusé dans des directions variant de 80° à 135°. Nous étudions sa composition en établissant les courbes d'absorption à l'aide d'une chambre d'ionisation à pression. (Un Mémoire complet sera publié ailleurs.)

Le rayonnement émis par les différents écrans comprend le rayonnement de diffusion par effet Compton et le rayonnement d'origine nucléaire. Étant polychromatique, sa composition est changée par l'absorption qui se fait à l'intérieur même de l'écran diffusant. Nous avons été amenés ainsi à considérer deux espèces d'écrans : les écrans épais, pour lesquels le rayonnement diffusé est maximum mais dont la composition originelle est altérée, et qui est riche surtout en composantes dures, et les écrans minces, pour lesquels le rayonnement diffusé est très voisin de la composition originelle.

Résultats. — Nous avons étudié la composition du rayonnement diffusé par des écrans épais de plomb, d'étain, de fer, d'aluminium et d'oxyde d'urane et par des écrans minces de plomb, de fer et d'aluminium.

1. *Radiateurs épais.* — Le plomb émet un rayonnement comprenant environ 35 pour 100 de composantes dues à l'effet Compton. Globalement, il varie très peu en fonction de l'angle de diffusion. Les 65 pour 100 restants peuvent être considérés comme la superposition de deux composantes nucléaires monochromatiques dont les longueurs d'onde seraient voisines de 17 et 31 U. X. (Gray et Tarrant avaient trouvé respective-13,5 et 27 U. X.).

L'étain et le fer émettent également un rayonnement polychromatique mixte, comprenant une plus forte porportion de rayonnement diffusé par effet Compton. En sorte que, globalement, les rayonnements diffusés varient sensiblement d'intensité et de composition avec la direction d'observation. Mais, à part ces composantes électroniques, il reste une composante d'origine nucléaire (dans le cas du rayonnement diffusé par le fer à 130°, cette composante atteint environ 10 pour 100 de l'intensité totale). Cette composante nucléaire paraît monochromatique, et moins dure que la composante dure du plomb. Les longueurs d'onde sont approximativement 23 U. X. pour le fer, et 22 U. X. pour l'étain. S'il existe une seconde composante nucléaire ce n'est en tout cas que dans une proportion beaucoup moindre que dans le rayonnement diffusé par le plomb. Ces résultats sont en contradiction avec ceux de Gray et Tarrant.

Pour l'aluminium nous n'avons pas pu établir l'existence d'une composante d'origine nucléaire.

II. *Radiateurs minces.* — L'absorption à l'intérieur de l'écran étant ici négligeable, nous avons pu déterminer que l'intensité du rayonnement diffusé par un écran d'aluminium est égale à ce que permet de prévoir la théorie de l'effet Compton (formule de Klein et Nishina donnant l'intensité du rayonnement diffusé dans une direction donnée).

Pour le plomb nous avons pu conclure que les intensités originelles des deux composantes nucléaires étaient dans le rapport de 1 à 4,5 et que les nombres de quanta émis étaient par conséquent dans le rapport de 1 à 8, en ce sens qu'il y a huit fois plus de quanta mous émis que de durs.

Si l'on admet, comme l'expérience le suggère, que l'émission nucléaire est isotrope et que toute l'énergie absorbée est réémise, on peut calculer que le coefficient d'absorption nucléaire, rapporté à un électron par centimètre carré, est égal à $\varkappa_{Pb} = 0,17.10^{-25}$. Des mesures d'absorption ont montré d'autre part, en accord avec les observations d'autres auteurs, que l'excès du coefficient d'absorption du plomb sur le coefficient électronique de Klein et Nishina était égal à $\mu_{Pb} - \sigma = 0,36.10^{-25}$. Nous interprétons ce résultat en admettant que $\mu_{Pb} - \sigma - \varkappa_{Pb} = 0,19.10^{-25}$ représente le coefficient d'absorption photoélectrique, la valeur trouvée étant du même ordre de grandeur que celle que l'on calcule par la formule de Sauter [1].

CHIMIE PHYSIQUE. — *Températures de congélation des mélanges ternaires d'eau, d'alcool éthylique et d'éther éthylique.* Note [2] de M. A. **Lalande**.

Nous avons précédemment déterminé la surface de trouble de ce système, jusqu'à sa ligne de raccordement avec la surface de cristallisation [3], ainsi que les températures de congélation du système binaire alcool-éther [4].

Nous communiquons ici un sommaire des résultats expérimentaux relatifs à la détermination complète de la surface de cristallisation.

Mode opératoire. — Ayant préparé à l'avance un certain nombre de mélanges binaires d'alcool pur [5] et d'eau, nous réalisions, au moment même de leur emploi, les mélanges ternaires par addition d'éther pur [6]

---

[1] F. Sauter, *Ann. der Phys.*, **11**, 1931, p. 478.

[2] Séance du 22 mai 1933.

[3] *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 133.

[4] *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 402.

[5] *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 406.

[6] Raoult, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, **16**, 1899, p. 162.

en quantité connue. Nous avons donc coupé la surface de cristallisation par des plans verticaux qui, dans le diagramme ternaire usuel, passent par la verticale du sommet éther.

Il nous a fallu modifier la technique expérimentale suivant les concentrations et les températures mises en jeu, afin d'établir un compromis entre les exigences contradictoires qui résultent des difficultés suivantes :

1° Aux températures voisines de 0°, la volatilité de l'éther tend à provoquer un détitrage très rapide des solutions si l'on n'opère pas dans un récipient hermétique;

2° Dès la température de — 20°, les solutions riches en alcool acquièrent une viscosité notable qui va croissant quand la température s'abaisse et gêne considérablement l'établissement des équilibres;

3° Dans toute la région qui s'étend, pour la nappe de cristallisation de l'eau, entre l'isotherme à — 50° et les vallées eutectiques, la pente de la surface représentative est si abrupte que des erreurs très faibles sur les concentrations conduisent à des erreurs considérables sur les températures.

Pour éliminer dans les différents cas l'erreur prédominante sans négliger les autres, nous avons eu recours aux méthodes suivantes :

Entre 0° et — 35° l'appareil employé était presque identique à celui de Raoult ([1]) mais le réfrigérant extérieur était un bain d'acétone refroidi et réglé à la main par des additions de neige carbonique. On brisait, au sein même du mélange hydroalcoolique refroidi, une ampoule tarée et scellée contenant l'éther.

Pour les solutions étendues, nous avons employé la technique des températures convergentes de Raoult ([1]). Pour les solutions plus concentrées nous avons, dans un appareil analogue mais transparent, déterminé la température de disparition des derniers cristaux en régime de réchauffement très lent (quelques dixièmes de degré à l'heure).

Entre l'isotherme de — 35° et les vallées eutectiques, c'est-à-dire pour la fin du domaine de cristallisation de l'eau, nous avons conservé le principe de la détermination à vue, mais le thermomètre à mercure est remplacé par un thermomètre à résistance et le réfrigérant par un cryostat à air liquide, puis par un simple bain d'air liquide dans un vase de Dewar transparent.

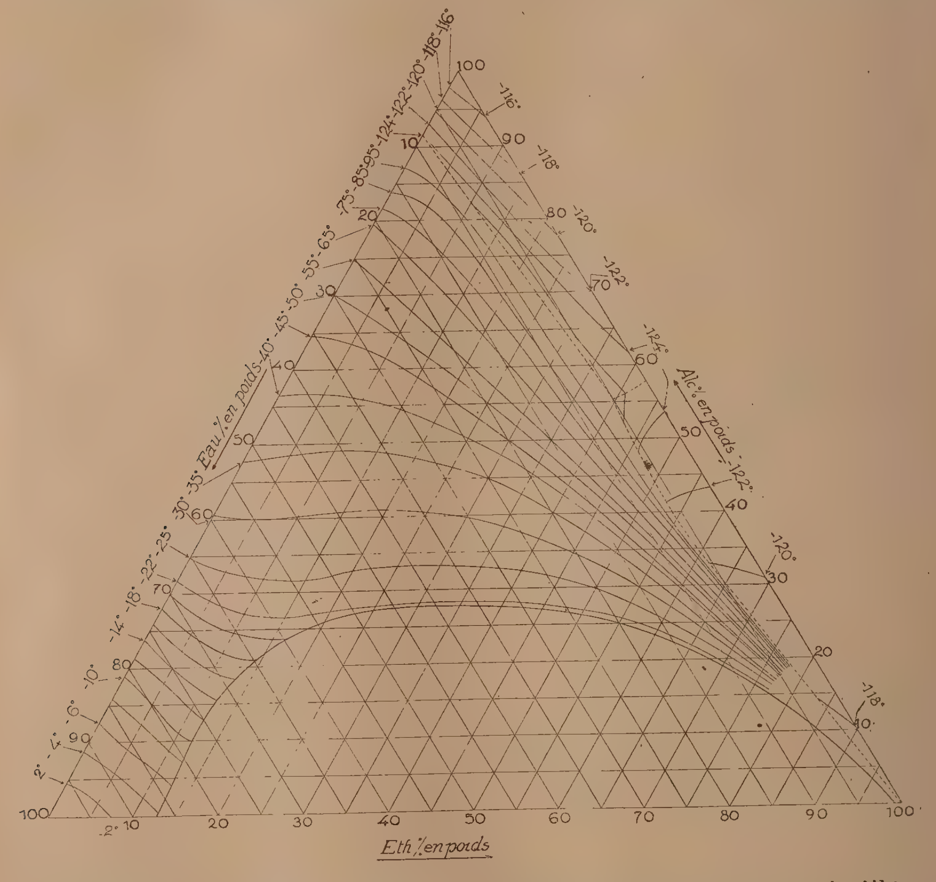
Enfin, les domaines de cristallisation de l'alcool et de l'éther (ou de solutions solides d'alcool et d'éther, car la viscosité des eaux mères rend

---

([1]) *Loc. cit.*

impossible l'essorage des cristaux et l'analyse) ont été explorés à l'aide de la nouvelle méthode cryoscopique dont nous avons précédemment indiqué le principe [1].

Résultats. — La surface de congélation (voir la figure) se compose de



trois nappes aboutissant aux lignes eutectiques représentées en pointillé : il n'y a pas de composé d'addition. L'eutectique ternaire admet pour coordonnées :

Alcool pour 100 en poids	55,5
Éther pour 100	39,5
Eau pour 100	5,0
t°C	$-127^{\circ} \pm 0^{\circ},5$

[1] *Comptes rendus*, 195, 1932, p. 1267.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Action des borates alcalins sur le chlorure, le bromure et l'iodure de plomb en solution aqueuse.* Note de MM. **A.-P. Rollet** et **Peng-Chung-Ming**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Herapath [1] a signalé un chloroborate de plomb $B^2O^3.PbO.Cl^2Pb.H^2O$, obtenu à partir de solutions de borax et de chlorure de plomb.

Nous avons entrepris l'étude de ce composé et recherché en outre si des combinaisons analogues se forment avec le bromure et l'iodure de plomb.

L'halogénure de plomb étant en solution dans l'eau, on provoque l'apparition d'un précipité en ajoutant une solution aqueuse de diborate de potassium ou de pentaborate de sodium. Nous n'avons pas utilisé de solutions de monoborates alcalins afin d'éviter la formation de borate basique de plomb.

Nous avons suivi la précipitation par la méthode classique des conductibilités. L'halogénure de plomb en solution est placé dans un vase contenant un agitateur et deux électrodes de platine. Le vase est disposé dans un thermostat. Le réactif (borate alcalin) est introduit au moyen d'une burette graduée. Nous avons toujours opéré au voisinage de la température de 20°.

Les courbes ont été construites en portant en abscisses les quantités du réactif et en ordonnées l'inverse des résistances électriques de la cellule où se forme le précipité.

La composition des précipités a été contrôlée par l'analyse chimique.

Les courbes obtenues ont en général l'allure de celle reproduite sur la figure. Une première branche correspond à la formation d'un composé de formule

$$B^2O^3.PbO.X^2Pb,$$

où le symbole X représente l'halogène. Un changement très brusque de direction indique la transformation totale du sel de plomb en composé halogéno-borique. On constate toujours que la brisure correspond à une molécule d'halogénure de plomb et à une demi-molécule de diborate de potassium $(2B^2O^3.K^2O.4H^2O)$ ou de pentaborate de sodium :

$$(5B^2O^3.Na^2O.10H^2O).$$

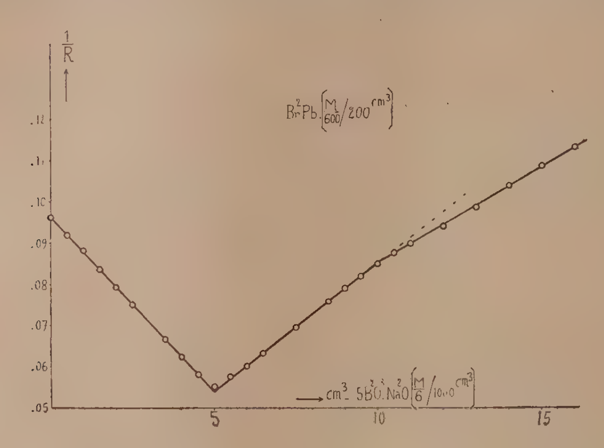
Au cours de la précipitation, de l'acide borique libre apparaît dans la

[1] Herapath, *Philosophical Magazine*, 34, 1849, p. 375.

solution selon la formule de réaction :

$$(B^2O^3)^2.K^2O + 4H^2O + 2X^2Pb \rightarrow \underbrace{B^2O^3.PbO.X^2Pb.H^2O}_{\text{précipité}} + 2XK + 2BO^3H^3.$$

La deuxième branche de la courbe montre la transformation du composé précipité en borate normal de plomb : $B^2O^3.PbO.H^2O$. Une légère brisure



marque la fin de la transformation et la troisième branche correspond à l'excès du réactif.

Dans le cas de l'iodure de plomb, cette deuxième brisure ne se manifeste pas cependant avec netteté et la troisième branche est sensiblement dans le prolongement de la deuxième.

Le chloroborate et le bromoborate de plomb sont des précipités microcristallins blancs. L'iodoborate est jaune clair.

L'analyse chimique nous a permis de donner à ces trois composés les formules suivantes :

$$B^2O^3.PbO.Cl^2Pb.H^2O,$$
$$B^2O^3.PbO.Br^2Pb.H^2O,$$
$$B^2O^3.PbO.I^2Pb.H^2O.$$

Quand on chauffe ces composés, l'eau de cristallisation s'en va dès 100°. Pour avoir une déshydratation complète il est nécessaire d'élever la température jusqu'à 200°. Cette propriété est commune à la plupart des borates.

En résumé nous avons confirmé l'existence du chloroborate de plomb de Herapath et préparé un bromo- et un iodoborate qui n'avaient pas encore été signalés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'évolution des aluminates de calcium hydratés hexagonaux.* Note de M. **Henri Lafuma**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Quand on mélange, à la température ordinaire, une solution d'aluminate monocalcique avec des quantités croissantes d'eau de chaux, on obtient des précipités où l'on rencontre un ou plusieurs des quatre corps :

$$Al^2O^3.3H^2O, \quad Al^2O^3.2CaO.7H^2O, \quad Al^2O^3.3CaO.12H^2O, \quad Al^2O^3.4CaO.12H^2O,$$

les aluminates ayant tous la même structure hexagonale.

Tous ces aluminates hexagonaux sont transformés très rapidement (une heure environ), à 80° C., par un excès d'eau de chaux, en aluminate tricalcique cubique :

$$Al^2O^3.3CaO.6H^2O.$$

C'est d'ailleurs là un procédé très simple de préparation de l'aluminate tricalcique cubique de Thorvaldson.

Chauffés à 80°, en suspension dans leur eau mère, ces aluminates hexagonaux se transforment également en tricalcique cubique; mais alors que la transformation est rapide pour l'aluminate tétracalcique dont l'eau mère est saturée en chaux à cette température, la transformation n'est sensible qu'après plusieurs jours pour l'aluminate bicalcique hexagonal dont l'eau mère est beaucoup moins riche en chaux.

Au lieu de mélanger, à la température ordinaire, les solutions d'aluminate monocalcique et d'eau de chaux, et de chauffer ensuite le mélange, on peut chauffer isolément les solutions et les mélanger à 80°; on observe alors, pour les fortes proportions d'eau de chaux, la précipitation immédiate d'aluminate tricalcique cubique; mais pour de moyennes ou de faibles proportions d'eau de chaux, on observe la précipitation immédiate d'un mélange d'aluminate cubique et d'aluminates hexagonaux, ou même d'aluminate bicalcique hexagonal et d'alumine. Comme dans l'expérience précédente, ces aluminates hexagonaux se transforment en quelques jours en aluminate tricalcique cubique, au contact de leur eau mère, à cette température.

A 50°, on observe la même évolution des aluminates hexagonaux vers l'aluminate tricalcique cubique, mais la durée de la transformation est plus

longue et il faut compter plus d'un mois pour la transformation, en présence de son eau mère, du bicalcique hexagonal en tricalcique cubique.

La même évolution se manifeste aussi à la température ordinaire, mais les transformations sont encore beaucoup plus lentes.

En présence d'eau de chaux saturée, l'aluminate tétracalcique se transforme, en une année environ, en aluminate tricalcique cubique. Quant à l'aluminate bicalcique hexagonal, sa transformation, en présence de son eau mère, en aluminate tricalcique cubique, est encore plus lente, et commence seulement à se manifester après un an.

On voit donc que le seul aluminate de calcium hydraté, stable, quelles que soient les conditions de concentration et de température, est l'aluminate tricalcique cubique; les différents aluminates hexagonaux ne sont que des états métastables dont la transformation en aluminate tricalcique cubique est favorisée par une élévation de température et une augmentation de la concentration en chaux de la solution au contact de laquelle on les conserve.

Ces résultats permettent d'expliquer la plupart des divergences des auteurs qui ont étudié les aluminates de calcium hydratés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de divers sucres sur la réaction des solutions de borax.* Note de M. **Pierre Thomas** et Mlle **C. Kalman**, présentée par M. G. Urbain.

On sait depuis longtemps que l'addition de divers polyalcools comme la glycérine, la mannite, ou de sucres comme le glucose, le fructose, à une solution alcaline de borax, modifie la réaction, qui devient plus ou moins acide, en même temps que le pouvoir rotatoire des substances ajoutées subit en général une augmentation. Ce phénomène a été attribué à la formation d'esters boriques facilement hydrolysables.

Nous nous sommes attachés depuis un certain temps à mettre en évidence les différences présentées par les deux pentoses ordinaires, le xylose et l'arabinose, au point de vue chimique et physiologique. C'est pourquoi il nous a paru utile d'étudier leur action sur le borate de sodium, comparativement à celle d'autres sucres, en mesurant la concentration en ions hydrogène des mélanges étudiés.

Nous avons employé les colorants de Clark et Lubs, en déterminant les pH au moyen, soit du comparateur de Walpole, soit de l'ionocolorimètre

de G. Abt. Nous utilisions des solutions de pH différents et préalablement déterminés, contenant 1 pour 100 d'acide borique dissous dans la soude, auxquelles on ajoutait un volume égal de solution de sucre (solution M/3) de pH égal à 7, ou dans lesquelles nous faisions dissoudre la quantité correspondante du sucre étudié.

Les résultats obtenus peuvent être résumés comme suit :

1° Des solutions équimoléculaires de glucose, de galactose, de mannose et d'arabinose donnent en présence de borax un pH identique, donc une mise en liberté identique d'ions H.

2° Le xylose et surtout le fructose provoquent une acidification plus marquée; avec le fructose, dans les conditions de nos expériences, on arrive au pH de 4 environ.

3° Des divers sucres étudiés, le rhamnose se montre le moins actif.

Si l'on s'en tient à l'explication habituelle d'une formation d'esters boriques, il faut donc admettre que celui du fructose est particulièrement dissociable. Celui du xylose l'est nettement plus que celui de l'arabinose, ce qui établit une nouvelle différence entre ces deux pentoses.

4° En augmentant de plus en plus l'acidité initiale de la solution de borax, on constate qu'à partir d'un pH d'environ 4 les divers sucres paraissent exercer une action de plus en plus faible, de sorte que pour pH = 3 cette action s'annule en même temps pour tous les sucres étudiés. Ce qui est curieux, ce n'est pas que la mise en liberté d'ions H diminue avec l'acidité croissante, mais qu'avec les huit sucres examinés cette mise en liberté cesse exactement pour la même acidité initiale.

Au cours de ces recherches, nous avons eu connaissance d'un travail de Berenstein [1] qui a examiné la manière d'être du fructose, du glucose et du galactose, ainsi que de plusieurs disaccharides, en présence de borax et a constaté la forte acidification due au fructose. Nous noterons que nous sommes en contradiction avec cet auteur en ce qui regarde l'action du galactose, auquel il attribue, sans l'avoir mesurée, une forte activité sur le borax.

---

(1) F. J. Berenstein, *Biochem. Zeitschrift*, 215, 1929, p. 344.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxychlorure de phosphore sur quelques aldéhydes.* Note de M. **M. Backès**, présentée par M. G. Urbain.

Nous avons montré ([1]) que l'oxychlorure de phosphore agit sur quelques aldéhydes gras en les aldolisant d'abord ; l'aldol se déshydrate ensuite au contact de l'oxychlorure pour former un aldéhyde crotonique.

Obtention des aldéhydes cinnamique et amylcinnamique. — Ce mécanisme laissait prévoir qu'un mélange équimoléculaire d'aldéhyde benzoïque et d'aldéhyde acétique conduirait à l'aldéhyde cinnamique. C'est ce qui se produit en effet. Il faut prendre quelques précautions : la température ne doit ni dépasser 35° ni descendre en dessous de 30°. Il y a avantage à n'opérer que sur des quantités de l'ordre de 50^g du mélange d'aldéhydes. Après lavage et dessiccation, on distille le produit de la réaction dans le vide : il distille d'abord de l'aldéhyde benzoïque non transformé (à 84° sous 33^{mm}); puis, à 116° sous 10^{mm}, on obtient l'aldéhyde cinnamique.

La réaction est générale : une condensation d'aldéhyde benzoïque avec l'heptanal a conduit à l'aldéhyde amylcinnamique. Point d'ébullition : 139° sous 9^{mm}. Rendement : 70 pour 100.

Si le carbone en α de l'aldéhyde ne porte plus d'atome d'hydrogène, l'oxychlorure réagit à chaud et fixe du chlore sur la molécule organique. C'est ce que nous avons vérifié sur l'aldéhyde formique, pour la série grasse, et sur l'aldéhyde benzoïque, pour la série aromatique.

Action de l'oxychlorure de phosphore sur l'aldéhyde benzoïque. — On chauffe 1 molécule d'aldéhyde benzoïque avec 1/3 de molécule de $POCl^3$ en solution dans cinq fois leur volume de benzène. Après 25 heures d'ébullition, on distille le benzène ; puis, sous une pression aussi réduite que possible (40-50^{mm}), on distille tout ce qui passe, jusqu'à commencement de décomposition. Il reste dans le ballon une grande quantité de résine. Le produit de la distillation est lavé jusqu'à élimination de l'acide phosphorique ; puis il est agité avec une solution de bisulfite de sodium, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de combinaison bisulfitique de l'aldéhyde benzoïque. Il reste alors une huile lacrimogène qui bout de 195° à 205°. C'est un mélange de chlorure de benzoyle et de chlorure de benzylidène.

Après trois rectifications, on isole un peu de chlorure de benzoyle pur qui bout

([1]) *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 277.

à 198°. Il donne avec l'ammoniaque la benzamide qui fond à 128° et avec l'aniline la benzanilide qui fond à 158°.

La fraction bouillant de 200 à 205° est traitée par l'ammoniaque, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité de benzamide. Après dessiccation, elle bout à 203-204°. C'est le chlorure de benzylidène.

Dosage de chlore : trouvé 43,9 pour 100; calculé pour $C^7H^6Cl^2$, 44,1 pour 100. Dérivé caractéristique : la semicarbazide réagit avec élimination de deux molécules d'acide chlorhydrique; on obtient la semicarbazone de l'aldéhyde benzoïque qui fond à 223-228° (trouvé : 225°).

Action de l'oxychlorure de phosphore sur l'aldéhyde formique. — On fait bouillir 60g de trioxyméthylène avec 153g,5 de $POCl^3$. Après trois heures d'ébullition on distille. La partie volatile passe presque entièrement entre 98° et 105°. Le reste forme de la résine. Après trois rectifications le liquide clair obtenu bout à 103°. C'est l'oxyde de méthyle dichloré symétrique.

Dosage de chlore : trouvé 63,2 pour 100; calculé pour $C^2H^4OCl^2$ 61,7 pour 100. L'excès de chlore est dû à la présence d'un peu d'oxychlorure de phosphore qui est nécessairement entraîné pendant la distillation, car il bout à 105°.

L'oxyde de méthyle dichloré se décompose par l'eau tiède en aldéhyde formique et acide chlorhydrique. Par l'alcool à chaud on obtient surtout le diéthylacétal de l'aldéhyde formique : point d'ébullition 85°.

Nous avons vérifié en outre qu'un autre chlorure d'acide minéral, le chlorure de sulfuryle, réagit effectivement avec les aldéhydes gras. Comme $POCl^3$ il provoque des réactions d'aldolisation, sans mener toutefois aux résines encombrantes qu'il faut toujours craindre avec $POCl^3$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Extraction, par l'ammoniac liquide, de phénols purs à partir des huiles de goudron.* Note de M. **Robert Jarry**, présentée par M. C. Matignon.

Nous avons indiqué [1] la possibilité d'extraire d'un goudron brut ou d'une huile de goudron la totalité des phénols, par dissolution de ceux-ci dans l'ammoniac liquide. Dans l'exemple indiqué, les phénols sont obtenus à une concentration moyenne (57 pour 100 de phénols dans l'extrait).

On a cherché [2] à obtenir des concentrations plus élevées en ajoutant à l'ammoniac de petites quantités d'autres solvants des phénols tels que l'eau,

---

[1] *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 614.

[2] D. R. P., 561183. Gieseler et Hofmann.

l'alcool ou l'acétone, sans arriver toutefois à laisser moins de 5 pour 100 d'hydrocarbures dans le phénol brut obtenu.

Nous avons reconnu qu'il était possible d'obtenir une élimination quantitative des hydrocarbures de ce phénol brut, en lavant celui-ci avec d'autres hydrocarbures, lorsqu'il se trouve encore en solution dans l'ammoniac liquide. Il y a naturellement intérêt à employer, comme hydrocarbures de lavage, des hydrocarbures n'ayant pas, avec les phénols à purifier, des analogies de structure susceptibles de favoriser une dissolution mutuelle.

Par exemple, ce mode opératoire appliqué à une huile de goudron primaire de Bruay a donné les résultats suivants : 1214 parties en poids d'ammoniac ont été mélangées avec 3130 parties de l'huile brute suivante :

Densité	0,85
Fraction soluble dans la lessive de soude.	31 pour 100
Distillation (1re goutte)	70°C.
» (point sec)	219°C.

Après agitation, la décantation nous a donné :

a. 1826 parties de phase lourde;
b. 2092 parties de phase légère.

Ces phases ont été soutirées séparément : la première contenait 1710 parties d'hydrocarbures sans traces dosables de phénols.

La deuxième phase, avant toute évaporation de l'ammoniac, a été soumise à plusieurs lavages avec du butane; ces lavages successifs laissent dans l'extrait ammoniacal primitif des teneurs respectives en hydrocarbures (comptées sans l'ammoniac) de 29,7 pour 100, 5,7 pour 100, 2,2 pour 100, traces, néant.

La séparation quantitative des hydrocarbures et des phénols est donc réalisable sans augmentation sensible de complication par rapport à la méthode déjà décrite (1). Les hydrocarbures de lavage peuvent notamment être choisis de façon à constituer avec les hydrocarbures du goudron des carburants mixtes. Les phénols obtenus présentent la pureté désirable pour la fabrication des résines artificielles ou l'hydrogénation catalytique à faible pression.

---

(1) *Revue de l'Industrie minérale*, n° 286, 15 novembre 1932, p. 408-410.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'allyle β chloré sur les amines primaires aromatiques*. Note de M. **Ch. Dorier**, présentée par M. Delépine.

Un des atomes de chlore du chlorure d'allyle β chloré ou dichloro-1.3-propène possède une assez grande réactivité, ce qui permet l'introduction du groupement chlorallylé ($-CH^2.CH=CHCl$) dans un certain nombre de molécules organiques.

L. Bert [1] a montré qu'avec les combinaisons organomagnésiennes mixtes aromatiques on obtenait des composés ω chlorallylés cycliques de la forme $ArCH^2CH=CHCl$; avec les phénols sodés, des composés $ArOCH^2CH=CHCl$.

Enfin nous avons pu obtenir [2] en faisant agir le dichloro-1.3-propène sur les alcools arylaliphatiques sodés, des éthers oxydes mixtes arylaliphatiques et ω chlorallylés du type : $ArCH^2OCH^2CH=CHCl$.

Nous avons pensé que le dichloro-1.3-propène était susceptible de réagir sur les amines primaires aromatiques. L'expérience a montré que la condensation se faisait normalement en donnant un composé (ω chlorallyl) arylamine et ceci d'après la réaction

$$2Ar.NH^2 + ClCH^2.CH:CHCl = ArCH^2.CH:CHCl + Ar.NH^2, HCl.$$

Cette réaction se fait avec un rendement de 70 pour 100 environ; nous l'avons appliquée à quelques arylamines; aniline, *o*-toluidine, *m*-toluidine. Les composés obtenus donnent normalement des chlorhydrates et des bromhydrates.

L'action de l'amidure de sodium permet d'obtenir très facilement les carbures acétyléniques vrais de type

$$ArNHCH^2C\equiv CH.$$

Pour obtenir les (ω-chlorallyl) arylamines, nous nous sommes arrêté au mode opératoire suivant : dans un ballon de 500^{cm^3} surmonté d'un réfrigérant ascendant et d'une boule à brome, on place 186^g d'aniline (2^{mol}) et 200^{cm^3} de benzène. Le mélange est chauffé au bain d'huile à 80° environ, puis on y ajoute goutte à goutte, 111^g (1^{mol}) de dichloro-1.3-propène.

---

(1) L. Bert, *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 1504; **192**, 1931, p. 1568.

(2) P.-Ch. Dorier, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1325.

Il se forme un magma cristallin, constitué par du chlorhydrate d'aniline; après refroidissement on reprend par l'eau; le chlorhydrate d'aniline se dissout. La couche benzénique est lavée deux fois à l'eau, puis finalement séchée sur chlorure de calcium. Par distillation fractionnée on isole facilement 114^{g} de [ω chlorallyl] aniline. Rendement = 68 pour 100.

Constantes de quelques [ω-chlorallyl] *arylamines.*

	$Éb_{13}$.	d_4^0.	d_4^{13}.	n_D^{13}.
[ω-chlorallyl] aniline............	137°	1,1565	1,1456	1,590
[ω-chlorallyl]-*o*-toluidine........	145	1,1314	1,1228	1,579
[ω-chlorallyl]-*m*-toluidine........	148	1,1328	1,1225	1,576

Nous nous proposons d'étendre cette réaction à d'autres amines et d'étudier les carbures acétyléniques vrais obtenus à partir de ces composés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles réactions des sucres réducteurs.* Note de M. **Henri Wuyts**, présentée par M. Delépine.

Avec Mlle A. Lacourt (*Classe des Sciences de l'Académie de Belgique*, 2 mai 1933), nous avons montré que les aldéhydes et les cétones se condensent facilement sous l'influence de catalyseurs avec les thiohydrazides aromatiques pour donner de nouvelles combinaisons hétérocycliques, les aryldihydrothiodiazols

```
      SH                              S
R.C⟋      H                    R.C⟋    ⟍CH.R'
  ‖       |    + R'CHO  →        ‖        |       + H²O.
  N———————N.C⁶H⁵                 N————————N.C⁶H⁵
```

Cette réaction est très générale et a été appliquée jusqu'ici à toute une série d'aldéhydes et de cétones et de leurs dérivés.

Elle peut être étendue également aux sucres réducteurs et c'est là l'objet de la présente Communication.

Jusqu'ici les essais faits dans cette voie ont porté particulièrement sur l'emploi de l'α-phényl-β-thiobenzoylhydrazide, $C^6H^5NH.NH.CS.C^6H^5$.

Cette hydrazide a été mise en réaction avec quatre oses, à savoir : le glucose, le mannose, le galactose et l'arabinose.

Le mélange pulvérisé de 2^{g} d'hydrazide et de 2^{g} de sucre est additionné de 2$^{cm^3}$ de solution alcoolique d'acide chlorhydrique à 5 pour 100. Introduit dans un tube à

réaction robuste et rendu homogène par agitation au moyen d'une tige de verre, le mélange est plongé pendant quelques instants dans un bain d'eau bouillante. Il rougit d'abord, se liquéfie et ne tarde pas à se prendre en masse. Dans le cas de l'arabinose la solidification est si rapide que l'observation de la liquéfaction en est rendue plus difficile.

La masse réactionnelle est débarrassée de sucre en excès par lavage à l'eau; un traitement par une solution de carbonate sodique (suivi de l'acidification de cette dernière) montre que l'hydrazide a été complètement utilisée ou qu'elle n'a échappé à la réaction qu'en proportion insignifiante.

Les produits de condensation ainsi obtenus avec un rendement élevé sont relativement purs, leur point de fusion n'est que peu modifié par recristallisation. Leur purification a été réalisée par cristallisation dans les alcools éthylique ou méthylique bouillants dilués dans le cas du glucose et du galactose; dans l'alcool concentré pour le mannose, lequel donne un dérivé moins soluble.

Quant au produit de condensation de l'arabinose très peu soluble dans les alcools, il cristallise bien dans un mélange de pyridine et l'eau.

Par analogie avec la constitution admise pour les produits de condensation des aldéhydes et des cétones, nous considérons ces substances comme étant des diphényldihydrothiodiazols substitués en position 2 par des radicaux sucrés.

$$C^6H^5.C\underset{N\overset{4\quad 3}{—}N.C^6H^5}{\overset{S\,(1)}{\frown}}CH.(CHOH)^n.CH^2OH$$

(5 = C, 1 = S, 2 = CH, 3 = N.C⁶H⁵, 4 = N)

($n=4$ dans le cas des hexoses; $n=3$ dans le cas des pentoses).

Les quatre arylglycodihydrothiodiazols obtenus sont cristallisés, d'un blanc jaunâtre.

De même que les dihydrothiodiazols, préparés à partir d'aldéhydes et de cétones, ils donnent des réactions colorées en présence d'acide sulfurique et d'un oxydant. L'acide nitrique suffisamment concentré les colore en vert bleu.

En solution dans l'alcool, ils précipitent par le nitrate d'argent. Très peu solubles dans l'eau, ils sont relativement peu solubles à froid dans les solvants organiques usuels.

Leurs points de fusion sont caractéristiques, leur préparation et leur purification sont très aisées; il en résulte que ces substances pourraient rendre des services pour l'identification des sucres.

Ces glycothiodiazols sont optiquement actifs et accusent un pouvoir rotatoire élevé sur lequel nous reviendrons dans une prochaine publication.

Nous donnons ci-dessous leurs points de fusion (en tube capillaire), ainsi que les résultats de leur analyse (¹) :

	N pour 100		S pour 100	
	trouvé.	calculé.	trouvé.	calculé.
Glucose (fus. 147-148°)	7,06	7,18	8,22	8,20
Galactose (fus. 178-179°)	7,22	7,18	8,14	8,20
Mannose (fus. 198°)	7,18	7,18	8,02	8,20
Arabinose (fus. 222°)	7,55	7,77	8,79	8,88

Le fructose ne se comporte pas comme les aldoses. Le mélange de fructose et de thiohydrazide additionné d'acide chlorhydrique alcoolique et chauffé se colore et se liquéfie, mais ne se solidifie pas par la suite. Même en prolongeant le chauffage pendant une dizaine de minutes (alors que les aldoses donnent lieu à solidification après 2 ou 3 minutes), la masse totale reste liquide. Un traitement par l'eau fournit un produit sulfuré rouge brun, soluble dans l'éther, à peu près du poids de l'hydrazide, mais devenu presque insoluble dans le carbonate; il résulte manifestement de l'altération de l'hydrazide.

La réaction a été appliquée aussi au lactose. Ce diholoside donne un produit qui n'a pu être amené à cristallisation jusqu'ici. Nous nous proposons d'étendre ces condensations à d'autres aldhéhydes alcools ou cétones alcools et d'étudier de plus près les conditions de la transformation des sucres déjà utilisés, en opérant en solution et en faisant varier les hydrazides.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'obtention d'aminocycloheptanols et leur dédoublement en composés actifs.* Note de MM. **Marcel Godchot** et **Max Mousseron**, présentée par M. Delépine.

Poursuivant nos recherches sur les aminocyclanols et leur dédoublement en composés actifs, il nous a paru intéressant, après avoir publié (²) nos résultats relatifs aux séries hydrocycliques en C^5 et C^6, d'aborder les séries supérieures en vue d'étendre, en particulier, nos connaissances sur la variation de la grandeur du pouvoir rotatoire en fonction du nombre d'atomes de carbone du cycle. La présente Note a pour but de faire connaître le

(¹) Mlle A. Lacourt a bien voulu se charger de ces analyses.

(²) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 981 et 2061; **196**, 1933, p. 621 et 1511.

2-aminocycloheptanol-$(d+l)$ et le 2-méthylaminocycloheptanol-$(d+l)$



et les bases actives d et l provenant de leur dédoublement.

Faisons remarquer qu'il peut exister deux racémiques isomères *cis* et *trans*, tous deux dédoublables du reste, mais le mode d'obtention nous fait penser que les composés obtenus possèdent la configuration *trans*.

A. *2-amino-cycloheptanol*-1. — Cet amino-alcool, inconnu jusqu'ici, a été préparé par action à 120-130° de l'ammoniaque à 22° B. sur l'époxycycloheptane; le chauffage doit être prolongé plusieurs heures, l'ouverture du pont oxydique étant plus difficile que dans le cas de l'époxycyclohexane.

Cette base se présente sous forme de cristaux incolores ($F = 72$-$73°$; $Eb_{16} = 129$-$130°$); elle fournit un chlorhydrate cristallisé ($F = 115$-$116°$) ainsi qu'un camphorate acide d ($F = 176$-$177°$; $\alpha_0 = +16°,31$); par action de Cl^5P, en milieu chloroformique à 0°, elle conduit à la 2-chlorocycloheptylamine ($Eb_{16} = 97$-$98°$). Lors de l'obtention du 2-aminocycloheptanol, on sépare en fin de distillation un liquide fortement visqueux ($Eb_{16} = 210°$) représentant vraisemblablement la *bis*-(hydroxy-1-cycloheptyl)-amine : $NH[-_{[2]}C^7H^{12}(OH)_{(1)}]^2$, amine secondaire, donnant un dérivé nitrosé cristallisé dans l'alcool absolu en longues aiguilles ($F = 220°$, dec.).

Le tartrate acide d du 2-aminocycloheptanol-1 racémique ($F = 179$-$180°$; $\alpha_D = +14°,20$), obtenu par action de l'acide tartrique d sur la base en milieu alcool absolu, peut se scinder par cristallisations fractionnées et répétées un grand nombre de fois dans l'alcool éthylique à 85° jusqu'à constance du pouvoir rotatoire, en tartrate acide d de la base l (prismes assez volumineux peu solubles; $F = 197$-$198°$; $\alpha_D = +4°,95$) et en tartrate acide d de la base d (aiguilles soyeuses plus solubles; $F = 152$-$153°$; $\alpha_D = +24°,20$).

En remplaçant initialement l'acide tartrique droit par l'acide tartrique gauche et effectuant les cristallisations fractionnées dans l'alcool à 85°, on sépare le tartrate acide l de la base d ($F = 197$-$198°$; $\alpha_D = -4°,90$), puis le tartrate acide l de la base l ($F = 152$-$153°$; $\alpha_D = -24°,20$).

Des ces tartrates ainsi isolés, on obtient assez facilement par traitement à la potasse et extraction par un mélange d'éther et de chloroforme, les

bases actives *d* et *l* correspondantes (F = 89-90°; $\alpha_D = \pm 14°,45$; $\alpha_{436}/\alpha_{456} = 1,651$); celles-ci sont nettement cristallisées, fortement alcalines, virent à l'hélianthine ($p = 0^g,119$; SO^4H^2 $n/10 = 9^{cm^3},2$; trouvé $0^g,118$) et fournissent un chlorhydrate (F = 124-125°).

B. 2-*méthylamino-cycloheptanol*-1. — On le prépare par chauffage prolongé à 130° de l'époxycycloheptane et d'une solution alcoolique de méthylamine; il constitue un liquide visqueux ($Eb_{16} = 121$-122°) dont le chlorhydrate est fortement hygroscopique.

Le tartrate acide *d* de l'amino-alcool racémique (F = 129-130°; $\alpha_D = +13°,00$) se dédouble dans l'alcool à 95° additionné de 10 pour 100 d'acétone, en tartrate *d* de la base *l* peu soluble (F = 156-157°; $\alpha_D = +3°,0$) et en tartrate *d* de la base *d* plus soluble (F = 115-116°; $\alpha_D = +20°,70$) fournissant les bases actives *d* et *l* qui sont liquides ($Eb_{16} = 118$-119°; $\alpha_D = \pm 22°,64$; $\alpha_{436}/\alpha_{546} = 1,652$).

C. Il résulte de ces recherches que le pouvoir rotatoire spécifique des nouveaux amino-cycloheptanols obtenus par nous est très nettement inférieur à celui des bases correspondantes des cycles en C^5 et C^6.

Rappelons en effet que le 2-amino-cyclopentanol-1 et le 2-amino-cyclohexanol-1 actifs possèdent respectivement un pouvoir rotatoire $\alpha_D = \pm 38°,20$, $\alpha_D = \pm 40°,10$; l'introduction d'un CH^2 dans le cycle abaisse donc le pouvoir rotatoire de + 25°,65 (2-amino-cycloheptanol : $\alpha_D = \pm 14°,45$). Si l'on compare en outre les pouvoirs rotatoires des 2-méthylamino-cyclohexanols actifs ($\alpha_D = \pm 82°,80$) et des 2-méthylamino-cycloheptanols actifs ($\alpha_D = \pm 22°,64$), on constate que la différence est encore plus grande (environ 60°), la substitution à l'azote d'un radical méthylé n'ayant élevé le pouvoir rotatoire de l'amino-cycloheptanol actif que de 8°,20, alors que pour l'amino-cyclohexanol l'exaltation est de 42°,70.

Cette variation assez brusque dans la grandeur du pouvoir rotatoire pourrait, d'après nous, être attribuée à une structure spatiale différente du cycle en C^7 provoquant une modification de la position relative des fonctions OH et NH^2. Ce fait nous paraît en effet susceptible d'être rapproché dans une certaine mesure de ceux signalés par Derx [1], dont les travaux sur les cycloheptane-diols *cis* et *trans* semblent avoir assez nettement montré la souplesse du système hydrocyclique à 7 atomes de carbone.

---

(1) *Recueil des Travaux chimiques Pays-Bas*, **11**, 1922, p. 327.

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction de la laurionite et la préparation de l'oxybromure de plomb.* Note de Mme **N. Demassieux**, présentée par M. G. Urbain.

L'oxychlorure de plomb se trouve sous deux formes cristallographiquement distinctes : la laurionite cristallisant dans le système rhombique, de densité 6,241 et la paralaurionite, monoclinique, de densité 6,05.

En partant d'une solution aqueuse saturée de chlorure de plomb et en la maintenant en tubes scellés un temps variable depuis 3 jours à 3 mois environ, j'ai obtenu des cristaux atteignant parfois 1cm de longueur. La température convenable pour provoquer l'hydrolyse varie de 100° à 200°. Pourtant pour obtenir de très beaux cristaux on ne doit pas dépasser 130°. Au-dessus de cette température, le verre s'attaque et les cristaux d'oxychlorure se trouvent mélangés avec des impuretés.

L'analyse des cristaux a accusé une composition identique à celle de la laurionite : $PbOHCl$.

Calculé : Pb = 79,76 pour 100; Cl = 13,68 pour 100; densité = 6,241.
Trouvé : Pb = 79,61 pour 100; Cl = 13,70 pour 100; densité = 6,25.

L'étude des Röntgenogrammes obtenus par la méthode de Laue a montré l'identité de structure des cristaux obtenus par l'hydrolyse du chlorure de plomb et de la laurionite. Le bromure de plomb en solution saturée chauffé en tubes scellés a donné lieu à une réaction analogue. L'hydrolyse se fait plus facilement, et les cristaux d'oxybromure de plomb $PbOHBr$ sont de plus grandes dimensions.

L'examen aux rayons X a montré que ce corps a une structure analogue à celle de l'oxychlorure de plomb.

L'analyse des cristaux accuse la formule $PbOHBr$:

Calculé : Pb = 68,10 pour 100; Br = 26,30 pour 100.
Trouvé : Pb = 68,13 pour 100; Br = 26,27 pour 100.

La nature du récipient dans lequel le liquide est chauffé exerce une influence. L'hydrolyse se fait moins bien dans le pyrex que dans le verre vert. Après 3 jours de chauffage à 150° dans les tubes de pyrex, l'hydrolyse commence à peine, tandis que dans les tubes de verre elle est presque complète. En prolongeant le chauffage pendant 3 mois, nous avons obtenu les

cristaux de l'oxychlorure de plomb dans les tubes de pyrex et presque pas de réaction avec le bromure de plomb, tandis que dans les tubes de verre c'est l'oxybromure de plomb qui se produit le plus facilement.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *Mesure de la conductibilité électrique de l'air par une méthode de zéro.* Note de Mme **O. Thellier**, présentée par M. Ch. Maurain.

La conductibilité électrique de l'air se mesure ordinairement par la méthode de Gerdien; cette méthode consiste à faire passer un courant d'air assez rapide à travers un condensateur cylindrique entre les armatures duquel on crée un champ qui dirige les ions. Un électromètre relié à l'électrode interne mesure l'afflux des ions sur cette électrode.

On montre facilement [1] que la conductibilité due aux ions de signe opposé à celui de Q est

$$\lambda = -\frac{1}{4\pi Q} \times \frac{dQ'}{dt},$$

Q est la charge de la partie du conducteur soumise à l'afflux des ions, dQ' est la charge acquise par tout le conducteur isolé pendant le temps dt.

J'ai étudié et employé une modification de cette méthode qui en fait une méthode de zéro. Les charges Q et dQ' sont mesurées par le jeu d'un condensateur auxiliaire qui fournit des charges équivalentes, et l'électromètre sert seulement, comme appareil de zéro, pour le contrôle de cette équivalence.

Appareil. — L'électrode interne du condensateur de Gerdien reliée à l'aiguille de l'électromètre est reliée à l'armature interne du condensateur auxiliaire I. L'armature externe de ce condensateur peut être portée, à l'aide d'un potentiomètre P, à des potentiels variables V' mesurés au moyen d'un voltmètre. On peut ainsi agir par influence sur le conducteur isolé de manière à le maintenir constamment au potentiel zéro (c'est la méthode classique de Townsend pour la mesure des charges employée, en particulier, par Langevin dans les mesures du nombre d'ions de l'air).

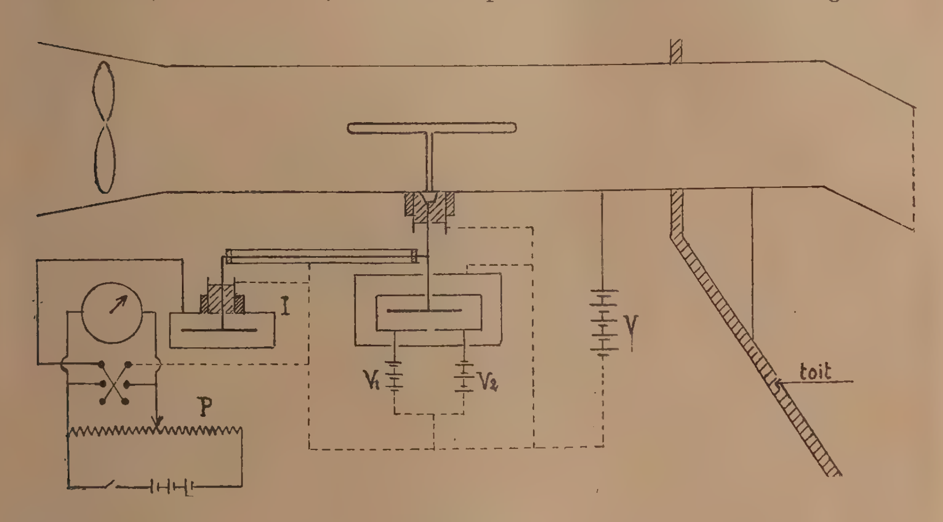
L'électromètre utilisé est un électromètre Lindemann dont les plateaux sont portés à des potentiels V_1 et V_2 de l'ordre de 20 volts; sa sensibilité

[1] *Traité d'Électricité atmosphérique et tellurique*, publié sous la direction de M. Mathias, p. 108.

est d'environ 100 divisions par volt. Le condensateur I est un condensateur Moulin Beaudouin dont le coefficient d'influence Γ de l'armature externe sur l'armature interne est de 30 unités e. s.

Principe de la mesure. — On mesure directement les grandeurs Q et dQ'/dt de la formule donnant λ.

1° *Mesure de* Q. — On se place dans les conditions suivantes : pas de courant d'air, armatures externes du gerdien et du condensateur auxiliaire I à la masse, donc : $V = 0$, $V' = 0$. On porte l'armature externe du gerdien



au potentiel V, l'électromètre dévie et pour le ramener au zéro il faut porter l'armature externe de I au potentiel V'. Le conducteur étant isolé sa charge n'a pas changé et la somme des charges d'influence est nulle ; d'où

$$CV + \Gamma V' = 0,$$

C et Γ étant respectivement les coefficients d'influence, sur le conducteur isolé, des armatures externes du gerdien et du condensateur I.

Mais — CV est la charge Q de la partie du conducteur isolé soumise à l'afflux des ions ; d'où

$$Q = \Gamma V'.$$

2° *Mesure de* dQ'/dt. — L'armature externe du gerdien a été portée au potentiel V, le courant d'air est établi. Les charges apportées par les ions sur l'électrode interne tendent à faire dévier l'électromètre ; on maintient celui-ci au potentiel zéro en faisant varier le potentiel de l'armature externe

de I. Si $\Delta Q'$ est la charge apportée par les ions pendant le temps Δt, et si $\Delta V'$ est la variation de potentiel qu'il a fallu appliquer à l'armature externe de I

$$\Delta Q' = -\Gamma \times \Delta V',$$

d'où

$$\lambda = \frac{1}{4\pi} \times \frac{1}{\Delta t} \times \frac{\Delta V'}{V'}.$$

La mesure ainsi conduite ne comporte donc qu'une mesure de temps et deux lectures à un voltmètre ; ces mesures peuvent se faire avec une grande précision ; la méthode est par suite simple et précise. D'autre part l'électromètre étant très sensible la mesure peut être rapide ; je la fais en 4 minutes environ ; en augmentant la sensibilité de l'électromètre, ce qui est facile, et en prenant un voltmètre plus sensible (o à 1 volt) on peut réduire la durée d'une mesure à 1 ou 2 minutes. Enfin il n'y a pas de fuite naturelle ; l'ambre en effet n'est pas soumis à des différences de potentiel, les anneaux de garde et le conducteur isolé étant toujours au potentiel zéro.

Le dispositif décrit est monté à l'Institut de Physique du Globe où je poursuis une série de mesures régulières dont voici quelques exemples.

Résultats des mesures du 20 *au* 26 *mai* (en 10^{-4} unité e. s.).

	9h.		11h.		14h.		16h.		18h.	
Dates.	λ_+.	λ_-.	λ_+.	λ_-.	λ_+.	λ_-.	λ_+.	λ_-.	λ_+.	λ_-.
20 mai.....	0,39	0,37	0,40	0,38	0,45	0,36	0,42	0,49	0,58	0,52
22 »	–	–	0,17	0,10	0,40	0,36	0,34	0,37	0,26	0,36
23 »	0,14	0,08	0,16	0,15	0,30	0,29	0,29	0,29	0,18	0,17
24 »	–	–	0,22	0,17	–	–	0,22	0,21	0,22	0,19
26 »	0,19	0,18	0,17	0,20	0,23	0,16	0,19	0,15	0,15	0,15

PALÉONTOLOGIE. — *Présence d'une prémolaire chez l'*Elephas imperator *Leidy*. Note de MM. **G. Pontier** et **R. Anthony**, présentée par M. Ch. Barrois.

L'*Elephas imperator* décrit par Leidy en 1857 (Pliocène du Niobrara) est le seul représentant en Amérique des Archidiscodontes dont l'*Elephas planifrons* Falc. et Cautl. constitue le type le plus ancien, par conséquent la forme la plus primitive des vrais Éléphants.

Les molaires de l'*Elephas imperator* sont brachyodontes et à table très large ; leur ruban d'émail, épais et festonné extérieurement (les plicatures

n'intéressant pas toute l'étendue du cordon), rappelle ce que l'on observe chez l'*Elephas meridionalis* Nesti.

La formule dentaire de l'*Elephas imperator* peut être figuré comme il suit :

$$\frac{\mathrm{M}t^2\,? + \mathrm{M}t^3 x(6-7)x + \mathrm{M}t^4 x(9-10)x}{\mathrm{M}t_2\,? + \mathrm{M}t_3 x(6-7)x + \mathrm{M}t_4 x(9-10)x} + \frac{\mathrm{M}^1 x(-9-)x + \mathrm{M}^2 x(12+13)x + \mathrm{M}^3 x(18-19)x}{\mathrm{M}_1 x(9-10)x + \mathrm{M}_2(x12-13)x + \mathrm{M}_3 x(18-20)x}$$

Seul jusqu'à présent, parmi les Eléphants vrais, l'*Elephas planifrons* (Falconer) et l'*Elephas trogontheri* Pohlig (G. Pontier) avaient été signalés comme possédant des vestiges d'une seconde dentition jugale, c'est-à-dire des prémolaires.

L'un de nous (G. Pontier), en étudiant une mandibule d'*Elephas imperator* provenant de Chapala (Mexique) et qui fait partie de ses collections, a pu isoler une prémolaire inférieure P_4 située sous la dernière molaire de lait (Mt_4). Cette mandibule provient d'un animal jeune : elle porte M_1 au début de l'usage et M_2 à l'état de bourgeon enfoui dans l'alvéole, un accident ayant fait tomber Mt_4 qui était vraisemblablement à la fin de son usage. Peut-être existait-il une prémolaire plus antérieure mais la pièce ne permet pas de le constater.

La prémolaire de l'*Elephas imperator* (P_4) offre, comme celle de l'*Elephas planifrons*, un talon postérieur et un talon antérieur, tuberculés, et deux lames multidigitées. La racine de la dent est bifurquée.

Il résulte en somme de ceci que, chez les Archidiscodontes, les plus anciens des Eléphants vrais, et même chez certains Polydiscodontes anciens (*Elephas trogontheri*), il se produisait encore, comme chez les Mastodontinae les plus évolués (*Dibelodon latidens* Falconer) et les Stegodontinae (*Stegodo Clifti* Falc.) un développement total ou partiel de la série des dents jugales de seconde dentition (prémolaires).

BOTANIQUE. — *Le terreau des Frênes écimés.* Note de M. **Philippe Hagene**, présentée par M. Molliard.

Comme les Saules[1], les Frênes écimés (taillés en têtards) sont susceptibles de porter une végétation épiphyte, enracinée dans une sorte de

---

[1] Voir Philippe Hagene, *Comptes rendus*, 196, 1933, p. 1333.

terreau accumulé à l'extrémité supérieure du tronc; mais le bois du Frêne étant beaucoup plus résistant que celui du Saule, la cavité est assez souvent peu profonde et paraît due autant aux bourrelets des branches nouvelles qu'à une décomposition des tissus de l'arbre.

Pour Rob. Stäger [1], qui étudia l'épiphytisme en Suisse, le substratum dans lequel se développent les racines des épiphytes sur les Saules « têtards » est différent de celui qui existe sur les Frênes écimés. Sur les Saules, il serait constitué surtout par de la vermoulure, c'est-à-dire des débris ligneux plus ou moins décomposés. Sur les Frênes, il s'agirait d'humus formé à partir de poussières minérales accumulées et de débris de feuilles.

Nous avons étudié trois échantillons de terreau, les deux premiers provenant des Frênes têtards d'une haie vive dans les prés à Brochon (Côte-d'Or); le troisième, provenant de Fixin (Côte-d'Or), a été recueilli dans des conditions analogues.

Ces échantillons de terreau sont de teinte foncée, presque noire. La portion fine (passant au tamis à mailles de 2^{mm}) constitue à peu près 50 pour 100 du tout; le reste consiste en débris d'écorce, de feuilles, de fruits du Frêne; il y a beaucoup de racines fines, de nombreux petits fruits et graines, ainsi que quelques petites coquilles de gastéropodes.

La perte par calcination pour ces échantillons est très voisine de celle du terreau des saules : 78,2, 87,7 et 76,0 pour 100.

Aucun des échantillons ne renfermait de calcaire; malgré cela, les deux échantillons (nos 1 et 3), dont nous avons pu mesurer le pH, ne présentaient qu'une réaction faiblement acide (pH = 6,4); c'est, très sensiblement, le pH moyen du terreau des Saules (6,6).

Les trois échantillons renfermaient respectivement 13,9, 12,8 et 14,03 de matières solubles dans l'eau; par rapport à la terre fine, la proportion des matières minérales de l'extrait était de 2,67, 2,03 et 2,81 pour 100. Nous avions trouvé dans le terreau des Saules entre 6,5 et 8,5 pour 100 de substances solubles dans l'eau dont 1,6 à 2,6 pour 100 de matières minérales.

Séchés à l'air, les échantillons renfermaient 19,5, 14,8 et 16,6 pour 100 d'eau, proportions légèrement plus fortes que celles du terreau des Saules (12,5 à 14,5).

Comme les dosages précédents le laissaient prévoir, le coefficient d'hygroscopicité, déterminé suivant la méthode de Mitscherlich, et, par

(1) *Mitt. d. naturf. Ges. in Bern*, 1908-1909.

suite, le coefficient de fanaison de ce terreau sont très voisins de ceux du terreau des Saules.

Coefficients d'hygroscopicité : 25,6, 27,02 et 2,9.
Coefficients de fanaison (calculé par la formule de Briggs et Shantz) : 45,5, 48,3 et 40,9. Pour le terreau des Saules, ce dernier coefficient variait entre 41,1 et 46,8.

Il semble donc que le terreau des Frênes écimés, comme celui des Saules écimés, soit d'origine purement végétale, ainsi que le montre la proportion de matières minérales qu'il renferme ; les poussières minérales ne paraissent pas jouer un rôle important dans sa formation. La seule différence notable est la proportion plus élevée des matières solubles dans l'eau que renferme le terreau des Frênes. Ceci est peut-être dû à un drainage imparfait, l'arbre n'étant pas complètement excavé comme c'est le cas à peu près constant pour les Saules.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le rôle des colloïdes protecteurs dans la stabilité des vins.* Note de M. J. **Ribéreau-Gayon**, présentée par M. P. Viala.

Dans les vins blancs apparaissent fréquemment des troubles d'origine métallique, dont les mécanismes débutent par des réactions chimiques que je rappelle schématiquement. 1° Lorsqu'un vin blanc riche en fer ou en acide phosphorique est aéré pendant quelques jours, le fer, qui à l'abri de l'air est totalement à l'état bivalent, subit une oxydation progressive et partielle en fer trivalent, donnant avec l'acide phosphorique un phosphate insoluble. 2° Lorsqu'un vin blanc riche en cuivre et contenant de l'acide sulfureux est maintenu, un temps suffisant, à l'abri complet de l'air, le composé cuivrique est réduit par les éléments oxydables du vin, et il réduit à son tour l'acide sulfureux avec formation de sulfure cuivrique. Les troubles correspondants sont appelés, le premier casse ferrique, et le second casse cuivreuse ou trouble par réduction. Mais la formation du phosphate ferrique ou du sulfure de cuivre ne détermine pas fatalement l'apparition d'un trouble.

J'avais déjà observé que la filtration ordinaire, avec obtention d'une limpidité parfaite, d'un vin atteint de casse ferrique retient cependant moins, parfois beaucoup moins, de phosphate ferrique qu'une ultrafiltration : par exemple dans un vin la concentration en fer total est de 34^{mg} par litre, en fer III total de 24^{mg}, en fer III engagé dans le phosphate ferrique retenu par l'ultrafiltre de 18^{mg}, en fer III retenu par une

filtration ordinaire de 8^{mg} par litre. Par conséquent, dans un vin atteint de casse ferrique une fraction du phosphate ferrique formé est en solution colloïdale limpide.

J'avais également observé, en ce qui concerne la casse cuivreuse, que des bouteilles restées limpides pendant plusieurs mois se troublent parfois en 24 heures, à la suite d'une légère agitation; et que, dans des vins ayant été chauffés et additionnés de cuivre, le trouble n'apparaît pas, le cuivre passant cependant à l'état de sulfure de cuivre colloïdal retenu par l'ultrafiltre. (Il convient de bien noter que normalement le fer et le cuivre ne sont pas retenus par l'ultrafiltration; ils ne sont pas engagés dans des colloïdes, mais bien à l'état d'ions et de sels ou complexes.)

Ces premières observations permettaient de prévoir que si les troubles métalliques débutent par des réactions chimiques, ils s'achèvent par la floculation du colloïde résultant de ces réactions, le trouble n'apparaissant que dans la mesure où se produit cette floculation, dont les facteurs sont ainsi des facteurs de ces troubles.

J'ai pu mettre expérimentalement en évidence que cette floculation est facilitée ou déterminée par les matières albuminoïdes, et qu'elle est gênée ou empêchée par la présence de gommes.

En effet, l'addition d'une matière albuminoïde coagulable dans le vin, ichthyocolle ou gélatine, engendre toujours, dans les cas précédents, la floculation complète du phosphate ferrique ou du sulfure de cuivre, et par conséquent leur séparation aussi parfaite que l'ultrafiltration. (On remarque que précisément les matières albuminoïdes sont dans le vin, à pH = 3 environ, chargées positivement et que le sulfure de cuivre est un colloïde négatif.)

Inversement, j'ai constaté que les gommes du vin, séparées par ultrafiltration, et surtout la dextrane, matière gommeuse précipitable par l'alcool sous forme de filaments caractéristiques et séparée en partie par une filtration ordinaire, s'opposent à cette floculation. En retenant la dextrane, dont le « pouvoir protecteur » se manifeste pour des concentrations infimes, de l'ordre du milligramme par litre, la filtration des vins facilite les casses métalliques, fait connu depuis longtemps, mais qui n'avait jamais été expliqué.

De même, l'addition de gomme arabique, colloïde protecteur par excellence (ou de gomme adragante, dont la précipitation par l'alcool est identique à celle de la dextrane), confère, aux vins blancs susceptibles de casses métalliques une stabilité remarquable.

J'ai effectué sur ce sujet des expériences systématiques avec un grand nombre de vins. Par exemple, une casse ferrique, d'intensité moyenne, correspondant à la précipitation de 8 à 10^{mg} de fer par litre, est enrayée par une addition de 200^{mg} par litre de gomme arabique; des casses plus intenses nécessitent des additions plus importantes, mais le vin aéré, sans avoir le trouble intense et le dépôt du témoin, présente, lorsqu'il se trouve éclairé latéralement sur fond noir, un effet Tyndall dû au phosphate ferrique colloïdal non floculé, et parfois sa teinte noircit plus ou moins.

La casse cuivreuse, qui correspond à des quantités infimes de cuivre précipité, de l'ordre du milligramme par litre, est complètement enrayée par de faibles additions de gomme arabique, de 50 à 200^{mg} par litre, et les vins restent limpides dans des conditions où les témoins se troublent fortement. Une addition de 10^{mg} par litre possède déjà un effet protecteur manifeste. L'effet Tyndall dû au sulfure de cuivre

non floculé est pratiquement négligeable, à moins que la teneur en cuivre du vin ne soit très élevée, de 5^{mg} par litre, par exemple, dose tout à fait exceptionnelle.

En somme, dans un vin additionné de gomme, les réactions chimiques des casses métalliques s'accomplissent normalement, mais la floculation, et par conséquent, le trouble n'apparaissent pas : on constate aisément que le phosphate ferrique et le sulfure de cuivre se sont bien formés dans les vins restés limpides, aussi bien que dans les témoins devenus troubles, par addition d'une matière albuminoïde qui entraîne, en se coagulant, la floculation de ces colloïdes dont on retrouve les éléments dans les flocons de colle. L'effet protecteur de la gomme arabique présente donc, dans l'étude théorique des casses métalliques, le grand intérêt de décomposer très distinctement leur processus en deux temps : réactions chimiques et floculations du colloïde formé, d'abord en solution limpide et de montrer la nécessité de bien séparer les facteurs agissant sur l'un ou l'autre de ces deux temps.

Mais l'emploi de la gomme arabique semble bien présenter, en outre, un intérêt pratique très grand : produit naturel et utilisé dans l'alimentation, elle est, à des concentrations infimes, par son effet protecteur qui s'ajoute à celui des gommes que renferment naturellement les vins, un agent très efficace de stabilisation.

PHYSIOLOGIE. — *Diurèse normale.*
Note de M. **Jules Amar** présentée par M. d'Arsonval.

I. La plupart des aliments et boissons accroissent le taux normal des urines; ils sont plus ou moins *diurétiques*. La quantité d'urines est proportionnelle à l'énergie du métabolisme, chaque centimètre cube exprimant $1^{cal},72$ de cette énergie (1).

Comment agissent les diurétiques? Cette question est une des plus obscures de la Physiologie. Les expériences que nous poursuivons y apporteront peut-être quelque clarté. Elles montrent déjà que la *diurèse* due à certains aliments obéit toujours au métabolisme, c'est-à-dire relève de l'hydrothermie.

II. *Observations sur la bière*. — La bière est un diurétique répandu; celle que nous étudions a un pouvoir énergétique de 58^{cal} par 100^{cm^3} ($33^{cal},9$ en alcool, $24^{cal},1$ en protides et glucides).

---

(1) Jules Amar, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 1758 et 2231.

On opère sur un homme adulte qui, dans une salle à 16°, et de 15^h à $16^h 15^m$, donne 51^{cm^3} *d'urines en 75 minutes*, le repas étant pris à midi.

Les jours suivants, sans rien changer, on lui fait absorber 200^{cm^3} de bière, à 14^h; c'est un apport de 116^{cal}. Or, de 15^h à $16^h 15^m$, la diurèse fut de 84^{cm^3}, en augmentation de

$$84 - 51 = 33^{cm^3}.$$

Considérant toute la période 14^h à $16^h 15^m$, avec et sans bière, on obtient 163^{cm^3} et 90^{cm^3}, soit une augmentation de 73^{cm^3}. L'effet diurétique persiste encore un peu, 2^{cm^3} entre $16^h 15^m$ et $16^h 30^m$; soit au total 75^{cm^3} *en 150 minutes.*

C'est le même excédent de diurèse que donne la période plus longue 13^h-$16^h 30^m$, la bière étant absorbée comme d'habitude à 14^h. On a, en moyenne ($T = 16°$-$17°$) :

Avec 200^{cm^3} de bière...........	255^{cm^3}	d'urines
Sans bière.....................	181	»
Différence..............	74	»

A une température extérieure de 24-25°, les résultats sont 192 et 120, différence 72^{cm^3}.

On peut adopter, dans l'ensemble, un excès de diurèse égal à 75^{cm^3} ou $75 \times 1,72 = 129^{cal}$.

III. *Métabolisme et diurèse.* — Quel est le déterminisme de cette diurèse ? Observons, tout d'abord, que les 200^{cm^3} de bière représentent un apport d'énergie de

$$58 \times 2 = 116^{cal},$$

tandis que la diurèse supposerait un accroissement de métabolisme de 129^{cal}. L'écart est de 12^{cal}, en faveur de celui-ci, et il est de fait que *l'eau* le stimule, augmentant le taux d'urée et de combustion ([1]). Dans les 200^{cm^3} de bière, il y a 170^{cm^3} d'eau. Nous faisons alors absorber cette quantité d'eau à 15^h, la bière l'ayant été à 14^h, et toutes choses égales. On récolte 11^{cm^3} d'urines en plus, ou

$$11 \times 1,72 = 18^{cal},9,$$

soit un total de

$$116 + 19 = 135^{cal},$$

assez concordant avec l'énergie métabolisée de 129^{cal}.

([1]) HERNE, *Upsala Läk. Forhand.*, **17**, 1912, p. 347; BING et MENDEL, *Am. J. of Physiol.*, **98**, 1931, p. 169.

Il semble par conséquent, que *la bière est un diurétique nutritif, élevant le métabolisme*. L'expérience ne laisse aucune place pour une explication *névrosécrétoire*, qui est la plus commode mais la moins justifiée. Le principe du houblon, la *lupuline*, serait narcotique plutôt que stimulant. Et l'eau n'agit par aucun principe, sinon qu'elle active les combustious cellulaires; ainsi elle nourrit le jeûneur. Le parallélisme entre certaines diurèses et l'intensité des oxydations au niveau des reins, nettement constaté, se reproduit dans nos expériences [1]. Et nous sommes en présence d'une *diurèse glomérulaire* par hydrothermie métabolique, comme dans le cas général.

Cela éclaire nombre de faits : On prend un bock de bière fraîche (à 2°) par temps chaud, et l'on transpire. C'est que cette bière assure un gain de 135^{cal}, contre 6 à 7^{cal} que sa fraîcheur enlève au corps. A cet égard, l'eau fraîche, en calmant la soif et provoquant une diurèse sans fournir d'énergie, constitue *la meilleure boisson d'été*. Toute boisson nutritive (vins, bières, jus de fruits) est à éviter.

Conclusion. — *La diurèse normale semble obéir, au moins dans le cas de la bière et de l'eau, à un accroissement parallèle du métabolisme excluant toute intervention des nerfs sécrétoires.*

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la constitution des lipides sur l'évolution de l'avitaminose* B *totale et généralité du besoin de vitamines* B *dans l'utilisation des lipides par l'organisme du Pigeon.* Note de MM. **Raoul Lecoq** et **Jean Savare**, présentée par M. A. Desgrez.

On sait que l'introduction de 20 à 40 pour 100 de lipides, spécialement sous forme de saindoux, dans des régimes artificiels à base de protides non peptonisés, diminue considérablement la quantité de vitamines B nécessaire à l'utilisation de la ration alimentaire, qu'il s'agisse du Rat ou du Pigeon. Plutôt que d'une action d'épargne vraie, exercée par les lipides vis-à-vis des vitamines B, il semble qu'il s'agisse ici d'une meilleure réalisation des conditions d'équilibre de la ration alimentaire, lesquelles sont parfois assez strictes, notamment quand le glucide utilisé est du lactose [2]. D'ailleurs, la rapidité d'évolution de l'avitaminose B totale, en présence de ce même lactose, n'est en rapport ni avec la proportion de glucides ni avec

---

(1) Barcroft et Straub, *Journ. of Physiol.*, 41, 1911, p. 145.

(2) Mme L. Randoin et R. Lecoq, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 1188.

la proportion de lipides ingérés [1]. En outre, comme l'un de nous l'a établi récemment, les vitamines B seraient indispensables, non seulement à l'utilisation des glucides et des protéides, mais encore à l'utilisation des lipides [2].

Toutefois, la généralité de ce besoin restait à démontrer en s'appuyant sur une assez grande variété de lipides végétaux et animaux, de constitution chimique très différente. A cet effet, nous avons utilisé les huiles d'arachide, de lin, d'olive, de palme, de ricin, les beurres de coco et de cacao, l'huile de foie de morue naturelle et hydrogénée, dont nous donnons ci-après l'acidité et les indices d'iode et de saponification :

	Acidité p. 100 en ac. oléique.	Indice d'iode (Hanus).	Indice de saponification.
Huiles.			
Huile d'arachide	1,41	91,4	190,2
» de lin	1,49	177,8	190,9
» de foie de morue	0,79	160,5	187,3
» d'olive	0,31	76,2	189,2
» de ricin	1,12	83,8	180,8
Graisses.			
Beurre de cacao	0,87	36,5	192,6
» de coco	0,25	5,8	252,0
Huile de foie de morue hydrogénée	14,66	31,2	196,5
» de palme	27,07	56,3	205,3
Saindoux (Axonge)	1,97	51,3	193,7

Ces lipides ont été incorporés, à la dose de 50 pour 100, dans le *régime L*, initialement préconisé par R. Lecoq, en adaptant les proportions de paraffine (ou d'huile de paraffine) à la consistance propre du corps gras essayé. Nous donnons, à titre d'exemple, la composition du régime à base d'huile de palme utilisé : peptone de viande, 25; graisse de beurre, 4; huile de palme, 50; mélange salin, 6; agar-agar, 8; papier filtre, 2; paraffine, 2; huile de paraffine, 3.

Dix séries de 3 lots de 4 pigeons adultes de 350^g environ ont été constituées, correspondant aux dix lipides étudiés. Le premier lot recevait la ration *seule*, par gavage, à la dose de 15^g par jour; le second lot, la ration additionnée à titre *préventif* de 0^g,75 de levure de bière sèche, donnée

(1) R. Lecoq, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 565.
(2) R. Lecoq, *Comptes rendus*, **195**, 1932, p. 827.

comme source de vitamines B ; le troisième lot enfin, la ration seule jusqu'à apparition des premières crises polynévritiques, la levure de bière étant alors ajoutée à titre curatif.

Les résultats obtenus ont été schématisés dans le tableau suivant, où les lipides se trouvent classés d'après les survies observées sur les différents lots d'animaux :

	Premier lot (sans levure).	Deuxième lot (levure à titre préventif).	Troisième lot (levure à titre curatif).
Huiles.			
Huile de ricin	20-35 jours	20-35 jours	20-35 jours
» d'olive	20-35 »	>4 mois	>4 mois
» d'arachide	25-40 »	>4 »	>4 »
» de lin	30-50 »	>4 »	>4 »
» de foie de morue	35-55 »	>4 »	>4 »
Graisses.			
Huile de foie de morue hydrogénée	15-30 jours	>4 mois	>4 mois
Saindoux	25-40 »	>4 »	>4 »
Beurre de coco	30-45 »	>4 »	>4 »
Huile de palme	30-45 »	>4 »	>4 »
Beurre de cacao	35-50 »	>4 »	>4 »

Interprétation et conclusions. — I. Chez le Pigeon, de larges proportions de lipides dans un régime alimentaire (privé par ailleurs de vitamines B et de glucides) n'empêchent en aucun cas l'apparition de crises polynévritiques typiques.

II. L'avitaminose B totale évolue d'autant plus rapidement, chez le Pigeon, que les lipides sont plus riches en acides gras non saturés (huiles de lin, de foie de morue), dans le cas des huiles tout au moins. L'interprétation semble plus complexe dans le cas des graisses.

III. L'addition de vitamines B (sous forme de levure de bière), à une ration alimentaire riche en lipides, suffit à prévenir ou guérir la polynévrite qui se déclare très régulièrement en son absence (sauf dans le cas de l'huile de ricin).

IV. La généralité du besoin de vitamines B dans l'utilisation des lipides par l'organisme du Pigeon apparaît démontrée.

V. La présence d'huile de ricin dans un régime est, pour le Pigeon, une cause de déséquilibre alimentaire telle que l'addition préventive ou curative de levure à la ration se montre sans efficacité.

PHARMACODYNAMIE. — *Action de la spartéine sur les effets vasoconstricteurs de quelques composés adrénaliniques.* Note de M. **René Hazard**, présentée par M. A. Desgrez.

Les effets d'hypertension artérielle et de vasoconstriction rénale produits par une même dose de quelques composés de formule et d'action voisines de celles de l'adrénaline ont été, par comparaison avec celle-ci ([1]), étudiés sur des chiens chloralosés, à vagues sectionnés et soumis à la respiration artificielle, avant, puis après l'injection intraveineuse de $0^{g},01$ à $0^{g},02$ de sulfate de spartéine par kilogramme ([2]).

Si, avant d'injecter la spartéine on répète les injections d'une même dose faible du *principe vasoconstricteur du genêt* ([3]) on constate parfois que la vasoconstriction rénale et, à un moindre degré, l'hypertension artérielle produites s'accroîssent progressivement en intensité et, surtout, en durée jusqu'à un maximum que la spartéine, aux doses indiquées, n'augmente plus en général, mais prolonge encore. Quand cet effet maximum est atteint d'emblée; la spartéine prolonge de même les effets du genêt mais ne les renforce guère que sur le rein. L'effet renforçateur propre du genêt semble pouvoir être rapporté, au moins en partie, à sa teneur en spartéine ([4]). Ceci expliquerait qu'il s'observe surtout avant vagotomie et que ce principe puisse lui-même, à dose suffisante, augmenter, comme il le fait souvent, les effets vasculaires et surtout rénaux de l'adrénaline.

La spartéine n'empêche pas la diminution progressive des effets hypertenseurs des injections répétées de doses même assez faibles d'*éphédrine* (éphédrine gauche racémique) ([5]) ; elle ne renforce pas l'action vasoconstrictive rénale de celle-ci.

La spartéine ne renforçant pas l'action purement musculaire du *chlorure*

([1]) R. Hazard, *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 130.

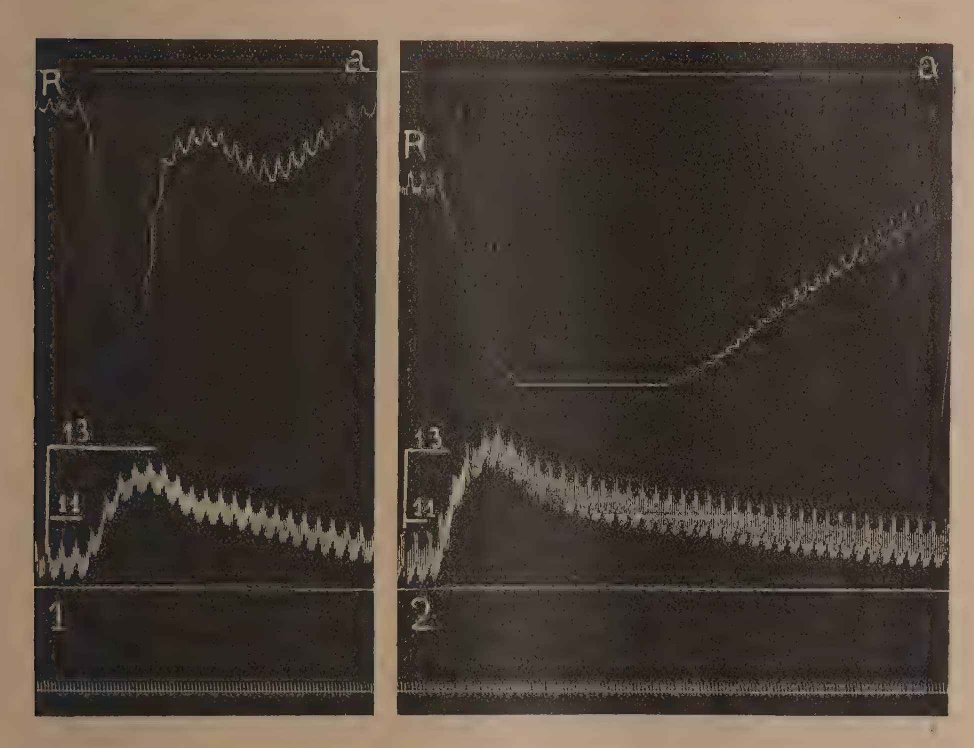
([2]) Cette dose n'est peut-être pas la dose optima pour tous les vasoconstricteurs : le cas du genêt le prouve; on l'a choisie comme terme de comparaison.

([3]) H. Busquet et Ch. Vischniac, *C. R. Soc. Biol.*, 87, 1922, p. 1116.

([4]) Cette teneur est pourtant très faible : $0^{g},001$ environ par centimètre cube. Ceci montre l'extrême activité de la spartéine tout spécialement en présence du genêt.

([5]) Tout au plus la spartéine semble-t-elle réactiver les faibles quantités d'éphédrine qui restent encore dans le sang circulant quand leur effet vasoconstricteur est terminé. Cette reprise de l'hypertension par la spartéine s'observe aussi, quoique à un moindre degré, avec quelques autres composés moins destructibles que l'adrénaline.

de baryum, il semble qu'elle exalte seulement les actions sympathiques périphériques. Cependant nous allons voir qu'elle fournit d'autres renseignements que ceux que peut donner par ailleurs la paralysie du sympathique sur le mode d'action de vasoconstricteurs comme la *phényléthanolamine*



Renforcement des effets vasoconstricteurs du sympathol par la spartéine.

Chien ♀ $6^{kg},8$, chloralosé; vagues sectionnés; respiration artificielle. R = tracé oncographique du rein avec trait repère *a*. Pression carotidienne avec repères à 11 et 13^{cm} Hg, Temps en secondes. L'animal reçoit par la voie intraveineuse et par kilogramme, en 1 et 2 : un quart de milligramme de sympathol; entre 1 et 2, $0^{g},01$ de sulfate de spartéine (Tracé non réduit).

(α-phényl β-aminoéthanol), la *tyramine* et le *sympathol* dont les effets hypertenseurs sont supprimés par l'yohimbine [1].

---

[1] Après une dose d'yohimbine suffisante pour inverser nettement les effets hypertenseurs de l'adrénaline, la tyramine et le sympathol ne donnent plus aucune dénivellation de la pression. Il en est de même généralement pour la phényléthanolamine ; quelquefois, cependant, celle-ci donne une ébauche d'abaissement d'ailleurs tardif. R. Hamet (*Comptes rendus*, 192, 1931, p. 450) a signalé déjà que le sympathol (méthyl

L'action hypertensive des deux premiers est souvent renforcée et prolongée — quelquefois seulement maintenue ou même (surtout dans le cas de la tyramine) diminuée — mais leur action vasoconstrictive rénale n'est pas très accentuée par la spartéine aux doses utilisées. Le sympathol au contraire voit ses effets hypertenseurs régulièrement et nettement accrus et ses effets rénaux considérablement augmentés en intensité et en durée par la spartéine.

Celle-ci permettrait de séparer ainsi tyramine et phényléthanolamine du sympathol et de rapprocher celui-ci de l'adrénaline dont la formule est si voisine de la sienne. Et l'on aurait par ordre de renforcement décroissant des effets vasoconstricteurs par la spartéine : adrénaline et sympathol ; genêt, phényléthanolamine et tyramine ; éphédrine ; chlorure de baryum.

On voit donc que la spartéine par ses effets de sensibilisation des vasoconstricteurs et tout spécialement de ceux du rein aux actions sympathiques apporte un élément supplémentaire de différenciation dans l'étude du mécanisme nerveux ou musculaire des vasoconstricteurs.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *Sur la structure des ailes d'insectes et son rôle dans le vol par battement.* Note de MM. **A. Magnan** et **Cl. Magnan**, présentée par M. d'Arsonval.

L'étude anémométrique du coup d'aile chez les insectes nous a montré qu'il se produit au bord de fuite un courant d'air dirigé vers l'arrière de l'animal, continu et sensiblement de vitesse constante, mais variable suivant les espèces [1] et qui, par réaction, joue un rôle indiscutable dans la propulsion et aussi dans la sustentation.

Nous avons cherché à connaître la cause de ce courant d'air. Nous avons été ainsi amenés à effectuer une étude morphologique et aérodynamique de l'aile qui nous a bientôt révélé que, chez les Diptères en particulier, celle-ci possède une structure en rigoles dont les dimensions sont petites par rapport aux dimensions du plan alaire [2].

---

aminométhylparaoxyphénylcarbinol) voit ses effets considérablement diminués mais non inversés par l'yohimbine. MM. H. Busquet et C. Vischniac avaient de même constaté (*C. R. Soc. Biol.*, **108**, 1931, p. 403) que l'yohimbine diminue l'hypertension tyraminique.

(1) A. Magnan et Cl. Magnan, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1369.

(2) Le Service des Recherches du Ministère de l'Air a accordé un concours matériel à ces études.

Par exemple, chez une Mouche (*Cynomya mortuorum*), on distingue trois rigoles principales dont la section a une forme de V plus ou moins fermé et qui sont ouvertes à la face inférieure de l'aile. Une première rigole R_1 (*fig.* 1 et 2) court parallèlement au bord d'attaque. Large de

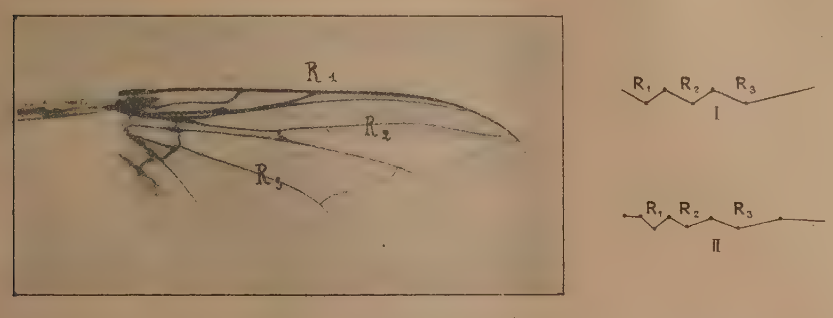


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Aile de *Cynomya mortuorum* vue de dessous, avec ses rigoles R_1, R_2, R_3.
Fig. 2. — Sections schématiques d'une aile de *Cynomya mortuorum*, faites, I, au milieu de l'aile; II, au tiers interne de l'aile.

$0^{mm},3$ et profonde de $0^{mm},25$ en moyenne, elle part, au voisinage de l'articulation, d'un petit bassin, de 1 à 2^{mm^2} de base et de $0^{mm},5$ de profondeur et débouche, sensiblement à la moitié de l'envergure de l'aile, sous forme d'une large tuyère ressemblant à un cône aplati d'aspirateur.

Deux autres rigoles R_2 et R_3 plus larges que la première et allant en s'évasant, partent aussi du petit bassin et se dirigent vers l'arrière à travers le voile pour aboutir au bord de fuite.

Nous avons eu alors l'idée de rechercher si ces rigoles pouvaient donner naissance au courant d'air constaté. Une série d'expériences nous a amenés à cette conclusion qu'étant donnée la forme absolument rigide de la rigole R_1, l'air ambiant, pendant l'abaissée de l'aile, est aspiré par cette rigole vers l'articulation, se comprime dans le petit bassin, puis s'échappe vers l'arrière par les rigoles R_2 et R_3. Ceci explique pourquoi le vol n'est pour ainsi dire pas modifié si l'on sectionne le tiers externe ou le tiers postérieur de l'aile alors que si l'on coupe en biais le bord d'attaque en touchant à la rigole R_1 ou si l'on dépose une mince couche de vernis le long du bord de fuite, on fait immédiatement cesser le vol en arrêtant le débit d'air.

L'aile étant lancée en avant pendant l'abaissée et sa position la plus basse faisant 30° avec sa projection verticale sur le plan horizontal passant par l'articulation, il existe une composante de la vitesse de l'aile qui est perpen-

diculaire au bord d'attaque dans son plan et sensiblement en son milieu, c'est-à-dire là où débouche la rigole R_1. Le calcul nous a montré que cette composante avait comme valeur 2 m/sec; c'est la vitesse avec laquelle l'air pénètre dans cette rigole R_1.

Nous avons cherché alors pour la même mouche dont le courant d'air dirigé vers l'arrière pendant le battement à une vitesse moyenne de 1 m/sec, à 2^{cm} du bord de fuite, quel était le débit d'air à travers une rigole R_2 ou R_3 dont la section la plus faible ressort à environ $0^{mm^2},15$, à son arrivée dans le voile. Nous avons trouvé en ne tenant compte que du temps d'abaissée que ce débit était de $25^{cm^3},1$ par seconde, ce qui fait pour les deux rigoles R_2 et R_3 et les deux ailes $100^{cm^3},4$.

On trouve une structure analogue de l'aile chez les Libellules (*fig.* 3 et 4).

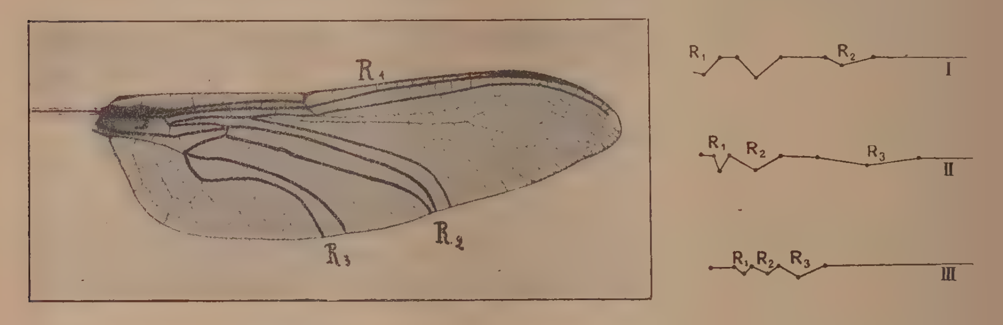


Fig. 3. Fig. 4.

Fig. 3. — Aile postérieure de *Brachytron pratense* vue de dessous, avec ses rigoles R_1, R_2, R_3.

Fig. 4. — Sections schématiques d'une aile postérieure de *Brachytron pratense*, faites : I, au milieu de l'aile; II, au tiers interne de l'aile; III, au quart interne de l'aile.

Pour une espèce comme *Brachytron pratense* dont la vitesse du courant d'air à l'arrière est de 1,50 m/sec à 5^{cm} du bord de fuite, le débit d'air pour les deux paires d'ailes est de $400^{cm^3},5$ par seconde, les dimensions les plus petites des rigoles R_2 et R_3 étant $1^{mm},5$ en largeur et $0^{mm},5$ en profondeur.

Il semble bien d'après nos études morphologiques que chez les Insectes comme les Hyménoptères et les Lépidoptères, il y ait une autre disposition d'aile qui rappelle plutôt ce que l'on observe chez les Oiseaux. Derrière le bord d'attaque épais existe un creux dans lequel l'air pendant l'abaissée se comprime au voisinage de l'articulation et fuit ensuite vers l'arrière et les côtés entre les nervures.

PROTISTOLOGIE. — *Observations sur l'infusoriforme des Dicyémides.* Note (¹) de M. **Henri Nouvel**, présentée par M. L. Joubin.

Ed. van Beneden a tenté le premier d'élucider la signification de l'infusoriforme des Dicyémides. En 1876, il pense qu'il s'agit d'une forme de dissémination de l'espèce. En 1881, par analogie avec le mâle des Orthonectides découvert entre-temps, il considère l'infusoriforme comme un individu mâle. A l'appui de cette thèse, il ajoute avoir remarqué plusieurs fois un mouvement ciliaire à l'intérieur de l'urne. Keppen (1892) affirme y avoir vu des spermatozoïdes et décrit une spermatogénèse. Wheeler (1897) voit une certaine analogie entre l'infusoriforme et le mâle des Orthonectides. Il avoue, cependant, n'y avoir jamais observé de spermatozoïdes, mais il pense que ceux-ci procèdent des corps en forme de virgule que contiennent les cellules de l'urne. Hartmann (1906), se fondant sur les travaux des précédents auteurs et sur le fait qu'il aurait vu une fois des spermatozoïdes dans l'urne, affirme que l'infusoriforme est un mâle. Lameere (1918) a montré que l'infusorigène est hermaphrodite et il en conclut de façon théorique que l'on ne pouvait admettre que l'infusoriforme soit un mâle. Cependant, pour la plupart des zoologistes le schéma de Hartmann est resté classique, d'autant plus que, dans son chapitre *Mesozoa* (1925) du traité général de W. Kükenthal et T. Krumbach *Handbuch der Zoologie*, passant sons silence les travaux de Lameere, il s'en tient toujours à ses conclusions personnelles de 1906.

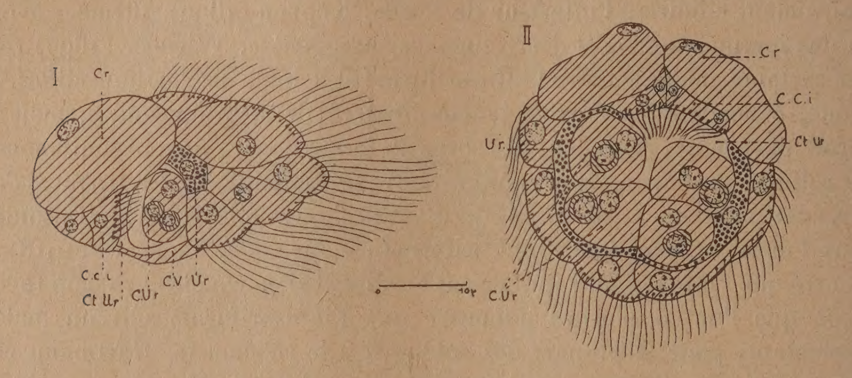
Une longue étude des Dicyémides m'a permis d'acquérir la certitude que Lameere avait vu juste et de pouvoir réfuter les arguments des partisans de la sexualité mâle de l'infusoriforme.

L'étude cytologique et histochimique des corpuscules en forme de virgule des cellules de l'urne m'a permis d'établir qu'il s'agissait là de granules éosinophiles résultant d'une sécrétion vacuolaire. D'abord purement protéiques, les corpuscules peuvent secondairement se charger de lipoïdes. Ils n'ont rien de commun avec des spermatozoïdes.

J'ai également observé le « mouvement ciliaire interne ». Voici l'explication du phénomène :

(¹) Séance du 22 mai 1933.

La morphologie de l'infusoriforme décrite par Ed. van Beneden a été depuis admise comme telle. Elle est, en réalité, plus compliquée. Au cours du développement, les cellules du contenu de l'urne s'écartent vers l'avant et laissent entre elles les cellules de l'urne et les cellules à corps réfringents, une cavité pleine de liquide que j'appellerai *cavité de l'urne*. Or, cette cavité est limitée en avant par *deux petites cellules pourvues de longs cils* qui battent dans le liquide cavitaire. Ce détail anatomique est général, même chez les Hétérocyémides (tout au moins chez *Microcyema vespa*. Les figures de Keppen et de Hartmann ne laissent aucun doute : ce sont ces



I. Infusoriforme de *Dicyema typus* (Ed. van Ben.), coupe sagittale. — II. Infusoriforme de *Dicyemennea Lameerei* Nouvel, coupe parallèle à un plan horizontal.
Cr, corps réfringents; Ur, cellules de l'urne; C.Ur, cellules du contenu de l'urne; Cv, cellules du couvercle; C.c.i, cellules ciliées internes; Ct.Ur, cavité de l'urne.

cils, avec leurs corpuscules basaux, que ces auteurs ont pris pour des spermatozoïdes.

Enfin, si l'infusoriforme était mâle, il serait possible de le trouver à l'état de maturité près des femelles qu'il doit féconder. Or, dans ces conditions, pour ma part, j'en ai observé des milliers, provenant de plus de 200 Céphalopodes et je puis affirmer qu'il ne s'y trouve jamais de spermatozoïdes. J'ai même conservé des infusoriformes en vie, pendant plus d'une semaine, dans de l'urine de Céphalopode ou dans de l'eau de mer : il ne s'est jamais fait la moindre ébauche de spermatogénèse.

Conclusion. — Les arguments en faveur de la nature mâle de l'infusoriforme sont une interprétation erronée de l'anatomie des Dicyémides à cette phase du cycle.

L'infusoriforme n'est pas le mâle des Dicyémides. Il est infiniment probable, comme le pensait primitivement Ed. van Beneden, qu'il s'agit d'une forme de dissémination de l'espèce.

A 16h45m l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 16h55m.

É. P.

ERRATA.

(Séance du 22 mai 1933.)

Note de Mme *P. Curie* et M. *Salomon Rosenblum*, Sur la structure fine du spectre magnétique des rayons α du radioactinium et de ses dérivés :

Page 1598, ligne 6 en remontant, *au lieu de* $V = 1,706.10$ cm/sec, *lire* $V = 1,706.10^9$ cm/sec.

Page 1599, ligne 4 en remontant, *au lieu de* α_{10}, *lire* α_9.

Page 1600, Tableau IV, la colonne concernant l'intensité (appréciation visuelle) doit être supprimée.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus pendant les séances d'avril 1933.

Recherches expérimentales sur la combustion et la détonation des substances explosives, par Marcel Patry. Thèses présentées à la Faculté des sciences de l'Université de Nancy. Nancy, Société d'impressions typographiques, 1933; 1 vol. $24^{cm},5$. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

Aperçu général sur la végétation autochtone du Lautaret (Hautes-Alpes) avec des remarques critiques sur quelques notions phytosociologiques, par Teodor Lippmaa. Tartu, Imprimerie K. Mattieseni tr. o/ü., 1933; 1 vol. 24^{cm}.

La dérive des continents et les mouvements intra-telluriques, par Pierre Dive. Paris, Dunod, 1933; 1 vol. 25^{cm}.

Bibliographie mensuelle de l'Astronomie. Publications reçues en janvier 1933; Tome 1, nº 1. Paris, Société astronomique de France, 1933; 1 fasc. $24^{cm},5$.

Histoire des sciences. Réaumur et sa Société, par Jean Torlais. Bordeaux, imprimerie moderne A. Destaut, 1933; 1 vol. $23^{cm},5$.

Les fondements de la Théorie de la Relativité générale. Théorie unitaire de la Gravitation et de l'électricité. Sur la structure cosmologique de l'espace, par Albert Einstein. Traduit de l'allemand par Maurice Solovine. Paris, Hermann et Cie, 1933; 1 vol. 25^{cm}. (Présenté par M. Painlevé.)

Carte géologique du Massif du Mont Blanc (Partie française) à l'échelle du 1/20000e. *Feuille : Argentière. Notice explicative* suivie d'une planche de coupes géologiques $58^{cm} \times 45^{cm}$, par Paul Corbin et Nicolas Oulianoff. Saint-Maur-des-Fossés, Imprimerie-Librairie G. Jacquart, 1932; 1 fasc 21^{cm}.

Mathématique astronomique. Tables, par S. P. Glazienap. Leningrad, Académie des sciences de l'U. R. S. S., 1932; 1 vol. $25^{cm},5$ (écrit en russe).

Vom Unendlichen, par Scher. Berlin, 1932; 1 fasc. $29^{cm},5$.